Pec
868 g

Hirschfeld

Versuch
einer Materialrevision
der
wahren Pflanzennahrung,

von

Wilh. Hirschfeld,

Besitzer von Groß-Nordsee in Holstein.

Mit einem Vorworte

von

Dr. Christoph Heinrich Pfaff,

Commandeur des Dannebrogs und Dannebrogsmann, Conferenzrath, Professor der Medicin und Chemie an der Universität zu Kiel.

Hamburg.

F. H. Nestler und Melle.

1846.

37. D

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Gedruckt bei F. H. Nestler und Melle.

Versuch

einer Materialrevision

der

wahren Pflanzennahrung.

Sr. Majestät

dem Könige

Christian dem Achten

Allerunterthänigst

gewidmet.

Allerdurchlauchtigster,
Großmächtigster,
Allergnädigster Erbkönig und Herr!

Es ist allgemein bekannt, wie sehr Ew. Königlichen Majestät das Wohl Allerhöchst Ihrer Unterthanen am Herzen liegt, und daß daher auch die geringsten Bestrebungen, welche diesem Zwecke förderlich sein können, mit Allerhöchstem Wohlwollen aufgenommen werden.

Aus diesem Grunde konnte ich nicht dem Drange meines Herzens widerstehen, eine Arbeit, in welcher es mein Bemühen gewesen war, die Erfahrungen, welche ich als praktischer Landwirth gesammelt, und mit den neuesten Leistungen der Naturforscher in unserem Fache zusammenzustellen versucht hatte, Ew. Königlichen Majestät Allerunterthänigst überreichen zu lassen.

Wie groß war meine Freude, als ich im Februar des vorigen Jahres ein so überaus gnädiges und ehrenvolles Schreiben von Allerhöchst Ihrer eigenen Hand empfing, worin die Zufriedenheit eines Königs ausgesprochen war, der nicht allein die Zierde eines Thrones, sondern zugleich der Stolz der Gelehrtenwelt ist.

Dieses Allergnädigste Schreiben mußte daher ganz natürlich den Entschluß bei mir befestigen, meine angefangenen Forschungen weiter fortzusetzen.

Eben so bekannt ist, wieviel ein König, der sowohl die Einsicht als den Willen hat, dazu beitragen kann, um die Absicht zu erreichen, welche mir vorschwebt und

die in nichts Geringerem besteht, als darin: „Die Mittel zur Ernährung von vielen Millionen Menschen vermehren zu helfen!"

Sollte dieses Bemühen mit gutem Erfolg gekrönt werden, welche Segnungen werden dann, noch in spätester Zeit, über einen Fürsten ausgesprochen werden, dessen Name auf den ehernen Tafeln der Geschichte schon ohnehin einen ehrenvollen Platz einnehmen wird.

Einen wiederholten Dank muß ich daher Ew. Königlichen Majestät sagen für die Erlaubniß, diese wenigen Zeilen über das Resultat meiner fortgesetzten Forschungen Allerhöchstdenselben dediciren zu dürfen,

und wird gewiß die angenommene Dedication meiner geringen Arbeit ein mächtiger Sporn zum Weiterstreben für mich sein.

Gott erhalte uns nur lange unsern Allergnädigsten König!

Groß-Nordsee 1846.

Ew. Königlichen Majestät

Allerunterthänigster und gehorsamster

Wilh. Hirschfeld.

Vorwort.

Ich habe der Aufforderung des Verfassers dieser Schrift sie mit einem Vorworte zu begleiten nicht darum Genüge geleistet, als wenn ich mir mit dem Gedanken schmeichelte, ihr durch meinen Namen eine Empfehlung zu verschaffen, sondern um demselben vielmehr ein öffentliches Zeugniß abzulegen, wie sehr ich seine Bemühungen zu schätzen wisse, auf dem Wege von Versuchen einen Zweig der angewandten Naturwissenschaft zu fördern, der für das Wohl der Menschheit von so hohem Interesse ist, und die sogenannte Praxis mit der strengen Wissenschaft in Uebereinstimmung zu bringen, zugleich aber auch die Gelegenheit nicht ungenutzt zu lassen, einige Bemerkungen hinzuzufügen, die von mir nach meinem eigenen wissenschaftlichen Standpunkte als eine ergänzende Zugabe hinzugefügt, dem Leser nicht ganz unwillkommen sein dürften. Herr **Hirschfeld** hat bereits durch seine im Jahre **1844** unter dem Titel: „Die Ernährung und das Wachsthum der Pflanzen nach den neuesten chemischen und physikalischen Beobachtungen erklärt und angewendet auf die Landwirthschaft" erschienene Schrift den Beweis geliefert wie richtig er den Zusammenhang der praktischen Landwirthschaft mit der Chemie

und Physik zu würdigen wisse, und er ist mit auf dem Wege einer wissenschaftlichen Betrachtung auf eine sehr wichtige praktische Verbesserung des Feldbaues, insbesondere der Cultur der Cerealien geleitet worden.

Nur wer ganz blind gegen die Fortschritte der Wissenschaft ist, wer als ein starr Conservativer in der hergebrachten Empirie alles Heil sucht, kann den großen Nutzen läugnen, den eine Anwendung der Chemie und Physik auf die Agricultur bereits gewährt hat, und noch ferner in einem noch höheren Maaße gewähren wird, wenn man sich nur nicht zu großen Illusionen hingiebt und die Aufgaben verkennt, die diese Wissenschaften allein zu lösen im Stande sind.

Es würde meiner Ueberzeugung nach eine ganz falsche Auffassung sein, wenn man glauben wollte, daß durch Ersinnung von mancherlei chemischen Processen das Geheimniß des Lebens der organischen Körper aufgeklärt werden könnte; aber es giebt ein Gebiet über welches besonders die Chemie bereits das hellste Licht verbreitet hat, nämlich das Gebiet der äußern Lebensbedingungen und die durchgängige Abhängigkeit der innern Bildungen und Mischungen der organischen Körper und insbesondere der Pflanzen von diesen äußern Lebensbedingungen, und wir haben dadurch Anhaltspunkte errungen, von welchen alle wesentlichen Fortschritte des Landbaues abhängen, und in diesem Sinne können wir unbedenklich sagen: **es giebt eine Agriculturchemie.**

Nur den in neuern Zeiten in so hohem Grade vervollkommneten Analysen aller Körper, denen auch nicht mehr ein Milligramm der Zusammensetzung eines Körpers

entgehen kann, und die mit der größten Sicherheit die Qualität eines jeden Bestandtheils und insbesondere eines jeden Elements, das in diese Zusammensetzung eingeht zu bestimmen vermögen, konnte es gelingen eine Wahrheit aufzustellen, welche ich das erste Fundament auf welchem allein die rationelle Agricultur fortbauen kann, nennen möchte, nämlich die Wahrheit, daß sich kein Element in der Zusammensetzung der Organe und der in denselben enthaltenen Materien der Pflanzen findet, das denselben nicht von Außen mitgetheilt ist. Mit Recht ist der Traum so mancher Physiologen vor der Fackel der Chemie geschwunden als wenn den organischen Körpern die Kraft zukäme ein in der Chemie sogenanntes Element in ein anderes zu verwandeln oder aus andern Materien so zusammenzusetzen, daß es von uns auf gewöhnliche chemische Weise nicht wieder in dieselbe zerlegt werden könnte. Ich selbst habe diese Frage einer experementellen Untersuchung unterworfen; durch die Vergleichung der Zusammensetzung des entwickelten Küchelchens mit der Zusammensetzung des ihm vorangegangenen Inhaltes des Eies habe ich den Beweis zu liefern gehofft, daß eine solche Metamorphose in einer Lebensperiode möglich sei, in welcher die bildende Kraft am thätigsten ist. Indessen waren die von mir gewonnenen Resultate bei der nur so kleine Abweichungen betreffende Bestimmung der Bestandtheile immer nur sehr unsicher, und da gerade über den wichtigsten Punkt, der als ein Experimentum crucis zu betrachten war, nämlich über die Menge des Eisens im Küchelchen, verglichen mit der Menge desselben im Inhalte des Eies die Resultate nach entgegengesetzten Richtungen einen Ausschlag ga-

ben, so gewann ich dadurch die Ueberzeugung, daß die hiebei angewandte und allein anwendbare Methode, die hier immer nur in Betracht kommende kleinste Quantität eines Elements durch Hülfe der sogenannten Verdünnungsmethode unter Anwendung von Reagentien zu bestimmen, keine Sicherheit gewähren konnte.

Manche Schwierigkeiten, die auch abgesehen von dem Erwähnten in der besondern Natur des Gegenstandes lagen, konnten eher vermieden werden, wenn man die Entwickelung der Pflanzen aus ihren Saamen zur Entscheidung der hier vorliegenden Frage benutzte. **Schraders** bekannte Versuche konnten nun allerdings einen Zweifel an der von uns an die Spitze der Agriculturchemie gestellten Wahrheit einflößen, Herr **Hirschfeld** hat in der vorliegenden Schrift sehr gegründete, jedoch mehr theoretische Einwendungen gegen die Richtigkeit der von **Schrader** gezogenen Folgerungen aufgestellt, allein glücklicherweise handelt es sich jetzt nicht bloß von Möglichkeiten, sondern wir haben durch die vortrefflichen Versuche, welche in der Schrift von **Wiegmann** und **Polstorff** „über die anorganischen Bestandtheile der Pflanzen u. s. w." Braunschweig **1842** niedergelegt sind, die siegreichste Widerlegung der **Schrader**'schen Behauptung erhalten und damit zugleich eine Bestätigung so vieler andern Erfahrungen, die jedoch für sich allein noch nicht die vollste Evidenz mit sich führten. Eine zweite große Wahrheit, die wir besonders den neuesten Bemühungen der Chemie verdanken, ist die, daß alle diejenigen Materien der Pflanzen, die für den Nutzen allein in Betracht kommen, sei es nun zur Ernährung, zur Kleidung, Heizung oder sonstigen

Anwendung in Künsten stets auf dieselbe Weise zusammengesetzt sind, daß also namentlich fette und aetherische Oele, Zucker, und seine verschiedenen Arten, Gummi, Stärkemehl, Pektin, die Zellfaser, der Holzstoff, Kleber, Pflanzeneiweiß, Casein oder Legumin, die Pflanzensäuren, die Alkaloide u. s. w. in allen Fällen und unter allen Umständen die gleiche Zusammensetzung aus der gleichen stöchiometrischen Anzahl von Elementen darstellen, daß namentlich nicht etwa das eine Element durch ein anderes als Aequivalent vertreten werde, und daß also alle die Grundstoffe aus denen diese Materien zusammengesetzt sind und also namentlich Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor und wie man wohl jetzt auch mit Sicherheit annehmen kann, Kalk, dem ersten Grundsatz zufolge, den Pflanzen von außen mitgetheilt werden müssen, und daß dasselbe für einige Bestandtheile, die zu denselben noch hinzukommen, in so fern sie entweder für die starren Bildungstheile der Pflanzen unentbehrlich sind oder als wesentliche Bedingung zur Bildung jener angeführten Materien erfordert werden, also insbesondere Kieselerde, Kali, in einigen Pflanzengattungen, auch Natron, Chlor und Eisen, eben so von Außen gegeben sein müssen. Eine dritte eben so wichtige Wahrheit, die als ein nothwendiges Corollarium aus den beiden Vorhergehenden folgt, ist nun die, daß es nur zwei Wege giebt, auf denen diese der Pflanzenentwickelung und dem Pflanzenwachsthum unentbehrlichen Elemente ihnen mitgetheilt werden können, nämlich die Atmosphäre und der Grund und Boden auf den die Pflanzen wurzeln. Aber eben hier beginnen die großentheils noch unaufgelösten Räthsel

und die streitigen Fragen, welche immer noch die Forscher in entgegengesetzte Partheien theilen.

Wenn man auf die vier wichtigsten Grundstoffe Rücksicht nimmt, auf welchen die Constitution des Pflanzenkörpers beruht, nämlich den Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, so scheint ohne alle Frage die atmosphärische Luft mit ihrem nie fehlenden Wasserdunste, der sich als Regen und Thau niederschlägt, für die Bildung der Hauptmasse des Pflanzenkörpers hinzureichen, aber auch abgesehen davon, ob die Pflanzen aus den Bestandtheilen der Atmosphäre unmittelbar sich diese ihre Hauptnahrung aneignen können, sind wir doch dadurch auf den Grund und Boden als eine nothwendige Quelle ihres Wachsthums hingewiesen, sofern gewisse fixe anorganische Elemente, die wir als wesentlich für den Bestand und die Entwickelung der Gewächse anzusehen haben, nämlich die Oxyde einiger Alkali und Erdmetalle, so wie vielleicht das Eisen und ohne Zweifel auch der Schwefel und Phosphor nur aus dem Schooße dieses Bodens von ihnen geschöpft werden können. Die Wichtigkeit dieses Bodens, auch abgesehen von diesem Antheile, mußte der wissenschaftlichen Forschung sich jedoch noch von einer andern Seite darbieten, nämlich durch die verschiedene Fähigkeit desselben eine über allen Zweifel durch die gemeinste Erfahrung längst ausgemachte Hauptnahrung der Pflanzen, von welcher ihr fröhliches Gedeihen abhängt, nämlich das Wasser zu absorbiren festzuhalten und ihnen mitzutheilen. Hiezu kam nun noch, daß es durch eine eben so allgemeine Erfahrung ausgemittelt war, daß die sogenannte Düngung dieses Bodens mit den theils schon verfaulten, theils noch

in Verwesung und Fäulniß begriffenen Abfällen und Excrementen der Thiere, so wie mit gleichfalls in Verwesung begriffenen Pflanzenresten einen ganz wesentlichen Antheil an dem Gedeihen der Culturgewächse im engern Sinne bewährte und eben hiedurch eröffneten sich die divergirenden und selbst in einiger Hinsicht entgegengesetzten Bahnen für die wissenschaftliche Bestimmung und Würdigung dieses Antheils.

Es kann nicht geläugnet werden, daß **Justus Liebig** diesen Kampf vorzüglich entzündet hat und daß ihm außer diesem Verdienste, indem er eben mit diesem Kampfe neue Anstrengungen und Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturchemie veranlaßte, auch noch das Verdienst gebührt auf einige neue Anhaltspunkte für die Bestimmung der wahren Pflanzennahrung hingewiesen zu haben, die vor ihm nicht gebührend beachtet wurden. Wir rechnen hieher den großen Werth, den er den anorganischen fixen Bestandtheilen mehr als früher beizulegen uns gelehrt hat, womit die seit diesem von ihm ausgegangenen Impulse häufiger gewordene und richtiger gewürdigte Analyse der Pflanzenaschen, im innigsten Zusammenhange steht. Ganz anders aber verhält es sich mit seinen Ansichten über die übrigen noch wichtigeren und die eigentliche Masse der Pflanzen herbeiführenden Quellen ihrer Nahrung und gerade diese Ansichten sind es, die besonders bestritten worden sind und eben diese Controverse ist es auch, welche den Verfasser dieser Schrift zur Herausgabe derselben veranlaßt hat, und welche in gewisser Hinsicht das Hauptthema derselben ausmacht. **Justus Liebig** glaubt nämlich in der Kohlensäure, dem Wasser

und dem Ammoniak der atmosphärischen Luft eine hinreichende Quelle für jene vier Grundstoffe zu finden und da er in der Kohlensäure der Atmosphäre den nöthigen Kohlenstoff findet und den Beweis zu liefern geglaubt hat, daß auch ohne irgend eine Mitwirkung einer andern Kohlenstoff enthaltenden Nahrung, namentlich des Düngers und des aus ihm gebildeten Humus das Wachsen, namentlich der Wälder zu Stande komme, ja diese selbst vermittelst des von ihnen erst aus der Kohlensäure entwickelten Kohlenstoffs durch Verwesung ihrer Blätter u. s. w. Massen von Humus zu bilden im Stande sind, so folgt er bei seinem Streben alles auf die Einheit eines Princips zurückzuführen dieser Analogie und führt den Antheil, den der Dünger und der aus ihm entstandene Humus wechselseitig wieder auf dieses Wachsthum ausübt, auf eine hypothetische Verwandlung desselben durch den Einfluß des Sauerstoffs in Kohlensäure zurück.

Es muß hier erinnert werden, daß die Ableitung der Ernährung der Pflanzen aus der Kohlensäure der Atmosphäre schon vor **Liebig** von mehreren Agronomen angenommen war, daß namentlich **H. Davy** diese Ansicht durch neue Versuche fester begründet hatte, und was ihr besonders einen allgemeinen Eingang verschaffte, war der schöne gesetzmäßige Zusammenhang in welchen die beiden großen organischen Reiche in Rücksicht auf ihre wechselseitige Erhaltung durch einander gebracht wurden, indem auf der einen Seite die Thiere durch ihre Respiration einen immer wieder erneuerten Vorrath von Kohlensäure mittheilen, die von den Pflanzen im Sonnen- und Tageslichte so zersetzt werden sollte, daß sie den

Sauerstoff derselben, der für die Erhaltung des thierischen Lebens so unentbehrlich ist und der durch die Respiration immer wieder consumirt wird, immer wieder zurücklieferten und durch Abscheidung des Kohlenstoffs und seine Verwendung zur Bildung der mannigfaltigsten Pflanzensubstanzen, deren Hauptgrundlage er ausmacht, theils unmittelbar für die pflanzenfressenden Thiere, theils mittelbar durch diese für die fleischfressenden Thiere, die zweite für das Leben der Thiere unentbehrliche Bedingung zuführten.

Auch der Verfasser dieser Schrift hat iu seinem ersten oben angeführten Werke im Wesentlichen dieser Ansicht gehuldigt, aber er ist in zwei Punkten von **Liebig** abgewichen; einmal darin, daß er den hypothetischen dynamisch-chemischen Proceß, durch welchen die Kohlensäure zur Nahrung der Pflanzen assimilirt werden sollte, mehr auf eine Zersetzung des Wassers bezog, dessen Wasserstoff in verschiedenen Verhältnissen mit der Kohlensäure sich verbindend, die verschiedenen stickstofffreien Materien der Pflanzen bilden sollte, während der frei gewordene Sauerstoff des Wassers aus den grünen Theilen der Pflanzen, besonders den Blättern ausgehaucht werde, da **Liebig** vielmehr eine Zersetzung der Kohlensäure selbst und eine Verbindung ihres Kohlenstoffs mit dem Wasser anzunehmen scheint, wonach sich die in den Pflanzen so allgemein verbreiteten stickstofffreien Materien, namentlich die Zellfaser als Grundlage ihrer Gebilde, das reine Lignin, das Stärkemehl, das Gummi, der Zucker u. s. w. sich als bloße Hydrate des Kohlenstoffs darstellen, was mit den Resultaten einer genauern Analyse wohl zusammenstimmt.

Es liegt außer unserm Plane, die Theorie des Herrn **Hirschfeld**'s kritisch zu beleuchten, wir erlauben uns nur die allgemeine Bemerkung, daß wir auf dem Gebiete des eigentlichen Pflanzenlebens wohl nicht mit den allgemeinen Kräften der sogenannten Dynamiden, und den Gesetzen, nach welchen die Affinitäten der Grundstoffe wirken, ausreichen können, und vieles würde sich besonders gegen die Annahme von bei Tag und bei Nacht in entgegengesetzter Richtung den Gesetzen der hydro-electrischen Kette gemäß thätigen bei Tag durch das Licht angeregten nach der Wurzel hingerichteten, bei Nacht durch die Wärme des Erdbodens von der Wurzel nach den Blättern strebenden Electricitäten einwenden lassen, und aufrichtig gestehen wir, daß es mit allen wohlbegründeten Erfahrungen über den Thau und selbst mit den gewöhnlichen Affinitätsgesetzen im Widerspruche steht, wenn Herr **Hirschfeld** die Thautropfen an den Spitzen der Blätter aus dem daselbst in Folge des in entgegengesetzter Richtung wie im Tageslichte wirkenden electrischen Processes austretenden Wasserstoff, und seine Verbindung mit dem Sauerstoff der Atmosphäre entstehen läßt. Eben so bleibt die von Herrn **Hirschfeld** zu Hülfe genommene katalytische Kraft doch immer nur eine qualitas occulta, was jedoch für die Hauptfrage, die uns hier beschäftigt, von keinem weiteren Belang ist. Eine zweite sehr wesentliche Abweichung Herrn **Hirschfeld**'s von **Liebig** ist die Bestimmung der Quelle des Stickstoffs, dessen Mittheilung an die Pflanzen zur Bildung jener stickstoffhaltigen Materien, welche in den Cerealien und Leguminosen eine so wichtige Rolle spielen, und welche überhaupt keinen Pflanzen fehlen, unentbehrlich

ist. Wir stimmen ihm ganz darin bei, daß der Ammoniakgehalt der atmosphärischen Luft hiebei nur wenig in Betracht kommen kann, da uns eigene Versuche, die wir vermittelst des Aspirators angestellt haben, durch dessen Hülfe wir große Quantitäten atmosphärischer Luft mehrere Stunden hindurch behutsam durch Salzsäure hindurchstreichen ließen, uns überzeugt haben, daß das Ammoniak nur einen gleichsam verschwindenden Antheil der Atmosphäre ausmacht. Es ist also dieses Ammoniak vielmehr in dem Dünger zu suchen und ehe zum Behufe der Cultur der Pflanzen das sogenannte Guano zur allgemeinen Anwendung gekommen ist, war es den Landwirthen längst bekannt, daß die durch ihre Zersetzung einen so reichlichen Vorrath von Ammoniak liefernde Mistjauche sich als ein vorzügliches Düngungsmittel bewährte.

Herr **Hirschfeld** hat aber noch auf eine andere Quelle des Stickstoffs hingewiesen, indem er in der unter gewissen Umständen der Zersetzung, besonders der thierischen Excremente und Abfälle sich entwickelnde Salpetersäure, als eine solche erkannte. Das Ausgezeichnete seiner ersten Schrift scheint mir mit darin zu liegen, daß er auf den Salpeter, als ein sehr wirksames Düngsalz mehr aufmerksam gemacht hat und daß er auf eine wissenschaftliche Behandlung der Brache hinwies, welches seinen Vorschriften gemäß geleitet, ihre befruchtende Wirkung vorzüglich durch Erzeugung der Salpetersäure bethätigen sollte.

Die uns hier vorliegende Schrift verdankt nun einerseits ihren Werth den sehr umfassend fortgesetzten Versuchen, welche seiner neuen Düngungsmethode zur ferneren Bestätigung dienen. Ihre nächste Veranlassung ist aber

noch mehr die Vertheidigung seiner im allgemeinen aufgestellten Theorie der Pflanzenernährung vorzüglich durch Mitwirkung des Kohlensäuregehalts der Atmosphäre. Diese allerdings zu einer allgemeinen Geltung gelangte, von **Liebig** gleichsam triumphirend hingestellte Theorie der Pflanzenernährung ist nämlich von Herrn Professor **Schultz** n seiner Schrift: „Die Entdeckung der wahren Pflanzennahrung,“ Berlin **1844**, kritisch beleuchtet und sich stützend auf einer Reihe neuer von ihm angestellter Versuche und vieler älteren Erfahrungen seiner Meinung nach gänzlich über den Haufen geworfen worden. Professor **Schultz** begnügt sich nicht bloß damit, ganz neue Ansichten über die äußern Bedingungen des Wachsthums der Pflanzen, über das, was man im Allgemeinen ihre Nahrung nennen kann, aufzustellen, sondern er geht noch weiter, indem er aus der tieferen anatomischen Forschung des Baues der Pflanzen und der Beschaffenheit ihrer Säfte aus dem Standpunkte einer wahren Pflanzenphysiologie die eigentlichen Lebensprocesse der Assimilation der Pflanzennahrung, ihre Umbildung und Verwandlung in die Organe der Pflanzen abzuleiten und zu erklären versucht hat. Wir lassen sowohl dem Fleiße als dem Scharfsinne des Verfassers alle Gerechtigkeit widerfahren, wir haben viele Belehrung aus seiner Schrift geschöpft, und sie enthält manche nützliche Winke auch für praktische Anwendung in der Agricultur. Indessen enthält sie auch viele gewagte, durch strenge Erfahrung nicht gehörig bewährte Behauptungen, und wir möchten es bezweifeln, daß ihm der Beweis für das, was er die wahre Pflanzennahrung nennt, gelungen sei. Herrn **Hirschfeld**'s Bemühung geht nun vorzüglich

dahin in seiner Beleuchtung der **Schultz**ischen Schrift die Unhaltbarkeit dieses Beweises nachzuweisen, und seine eigenen entgegengesetzten Ansichten noch mehr zu begründen. Er folgt in dieser Hinsicht dem Berliner Gelehrten Schritt für Schritt, was aber, wir dürfen es nicht verhehlen, für den Leser die unangenehme Folge gehabt hat, daß er zu keiner richtigen allgemeinen Uebersicht der **Schultz**ischen Ansichten gelangt, die ihm vielmehr gleichsam nur stückweise und als von einander getrennte Glieder mitgetheilt werden, aus denen er Mühe hat, sich ein organisches Ganze zusammenzusetzen. Professor **Schultz** hat seinen Beweis für das, was er die wahre Pflanzennahrung nennt, vorzüglich mit aus Versuchen abgeleitet, die er mit Zweigen, die mit Blättern versehen waren, so wie mit abgetrennten Blättern in Auflösungen der verschiedensten neutralen und sauren Salze mit vegetabilischen Säuren, so wie von Mineralsalzen, Mineralsäuren, Auflösungen indifferenter organischer Materien, wie Zucker, Milchzucker, Gummi, Humusdecoct u. s. w., sowohl bei Tag als bei Nacht, im Sonnenlichte, Tageslichte, Schatten u. s. w. angestellt hat. Das aus solchen Versuchen keine directen Schlüsse auf den eigentlichen Vorgang der Ernährung der Pflanzen durch ihre Wurzeln gezogen werden können, leuchtet ein, und so hat denn auch Herr **Hirschfeld**, indem er die Versuche mit denselben Auflösungen unter den angeführten naturgemäßen Umständen anstellte, größtentheils ganz entgegengesetzte Resultate erhalten. Der Berliner Naturforscher hat auch offenbar zu willkührlich eine sogenannte digerirende Einwirkung der Wurzel auf die umgebende Dammerde und den Humus derselben angenommen und die ihm zufolge auf

auf diese Weise gebildete Milchsäure, welche ein Hauptnahrungsstoff der Pflanzen sein soll, ist von ihm nicht nachgewiesen worden. Wie scharfsinnig auch seine Erklärung der Abscheidung des Phosphors und Schwefels, der so wesentlichen Bestandtheile des Klebers, Eiweißes, Legumins, unsers Emelhins und dergleichen, und die für das Gedeihen der wichtigsten Kulturgewächse von so großer Bedeutung sind, aus der Phosphorsäure und Schwefelsäure die den Pflanzen in Form von phosphorsaurem Kalk und schwefelsaurem Kalk am zweckmäßigsten mitgetheilt werden sollten, womit allerdings die bekannten landwirthschaftlichen Erfahrungen über den Nutzen der Gypsdüngung für den Klee und für manche Futterkräuter und des phosphorsauren Kalks (Knochenerde), für die Kultur der Cerealien, vorzüglich des Weizens, sehr wohl übereinstimmen, indem er nämlich hiebei zu der von den Pflanzen gebildeten Oxalsäure seine Zuflucht nimmt, welche allerdings jene Kalksalze zu zersetzen im Stande ist, während die freigewordenen Mineralsäuren im Sonnenlichte, unter Abscheidung und Aushauchung von Sauerstoff zersetzt werden sollen, was Herr **Schultz** durch directe Versuche, durch Einwirkung von Blättern auf die verdünnten Lösungen dieser Säuren nachgewiesen hat, so fehlt doch dieser Erklärung die sichere Grundlage, da das Dasein der Oxalsäure bis jetzt nur in einzelnen Pflanzengattungen, namentlich Rheum, Rumex, Oxalis streng nachgewiesen ist. Indessen möchten wir doch darin Herrn **Schultz** beistimmen, daß der Phosphor und Schwefel allerdings den Pflanzen durch die mehr substantielle Nahrung des Düngers und seiner phosphorsauren und schwefelsauren Salze und durch künstlichen Zusatz der-

selben mit getheilt werden müssen, als daß sie, wie Herr **Hirschfeld** annimmt, aus dem Schwefel und Phosphorwasserstoff der Atmosphäre herrühren sollten, deren Dasein in der Atmosphäre bis jetzt noch nie nachgewiesen worden ist und nie nachgewiesen werden wird, da sich ja bekanntlich diese beiden Gase in Berührung mit dem Sauerstoff der Atmosphäre, besonders unter Mitwirkung der nie fehlenden Feuchtigkeit derselben zersetzen. Wenn wir auch einräumen, daß Herr Professor **Schultz** sehr gewichtige Einwendungen gegen die Theorie der Ernährung der Pflanzen durch die Kohlensäure aufgestellt hat, so scheinen uns doch auch manche derselben unhaltbar. So hat es uns namentlich in Erstaunen gesetzt, wie Herr Professor **Schultz** an zwei verschiedenen Orten seiner Schrift behaupten mochte, nämlich Seite **18** und **19**, so wie Seite **69**, daß sich die Bildung der wichtigsten Pflanzenmaterien, nämlich des Stärkemehls, Gummi's, Zucker's, der Holzfaser, des Pflanzenzellstoffes, gar nicht einmal nach chemischen Grundsätzen durch Zersetzung der Kohlensäure, deren Kohlenstoff sich etwa durch Verbindung mit Wasser zu Hydraten verbinden solle, erklären lasse, weil die Analyse dieser Materien stets entweder einen Ueberschuß von zu viel Sauerstoff oder zu viel Wasserstoff, als zur Bildung des Wassers erforderlich sei, liefere, da es doch kenie fester begründete Thatsache der Pflanzenchemie giebt, als daß die stöchiometrischen Antheile von Sauerstoff und Wasserstoff in diesen Materien genau in dem richtigen Verhältniß sich finden, um Wasser zu bilden. Eben so wenig beweist der Umstand, daß Herr **Schultz** in den Thränen des Weinstocks und in den Säften mehrerer Bäume, so wie in

dem Parenchyma der Blätter keine freie Kohlensäure in merklicher Menge entdecken konnte, daß diese nicht zu ihrer Ernährung diene, indem es ja in der Natur dieses Processes liegt, daß das Ernährungsmaterial, so wie es allmählig mitgetheilt, eben so auch wieder zersetzt wird. Ferner beweist die Erfahrung **Saussure**'s, daß **100** Cub. Zoll Dammerde nur **4** Cub. Zoll Kohlensäure lieferten, durchaus nichts, da ja nach der Kohlensäuretheorie die Kohlensäure nur durch allmählige Zersetzung des Humus geliefert werden soll, die eben darum niemals in bedeutender Menge als freie Kohlensäure in einem gegebenen Volumen derselben enthalten sein kann.

Hiezu kommen nun noch viele bedeutende Einwürfe, die Herr **Hirschfeld** dem gelehrten Berliner in seiner Schrift entgegengestellt hat, in welcher er übrigens manchen treffenden Bemerkungen des Professor **Schultz** volle Gerechtigkeit hat widerfahren lassen, wohin wir namentlich alles das rechnen, was in der Schrift über den Keimungsproceß beigebracht ist, den **Schultz** so richtig als einen eigenthümlichen von dem eigentlichen Wachsthumsprocesse, der erst mit der Entwickelung der Wurzel und Blätter beginnt, unterschieden hat, worin ihm Herr **Hirschfeld** vollkommen beistimmt, und daraus einige bereits praktisch bewährte Regeln für die passendste Zeit der Anwendung des Düngers in der Cultur der Cerealien, und in der Behandlung der Samen abgeleitet hat, während er und zwar unserer Meinung nach mit Recht darin von der Behauptung des Berliner Naturforschers abweicht, daß in dem dritten Stadium der Pflanzenentwickelung, nämlich der Bildung der Blüthen und Samen, die Pflanzen ihre Nahrung

gleichsam nur aus dem in ihnen niedergelegten Vorrathe ziehen und die Aufnahme derselben durch die Wurzeln weniger mehr in Betracht komme.

Indem wir dem Leser dieser Schrift nochmals auf die im Großen angestellten Versuche des Herrn **Hirschfeld** über die wirksame Düngkraft sowohl des gewöhnlichen Salpeters als des Chilisalpeters, vorzüglich in der Cultur des Hafers, Roggens, der Gerste aufmerksam machen, die am Schlusse seiner Schrift beschrieben sind, erlauben wir uns noch einen Zweifel gegen die Behauptung des Herrn **Hirschfeld**, daß der Antheil der Atmosphäre an Salpetersäure überall als Nahrung der Pflanzen in Betracht kommen könne, da derselbe nur höchst geringe ist und vielleicht nur als Produkt der electrischen Entladung bei Gewittern auf dem Wege derselben zum Vorschein kammen kann. Es ist eine erfreuliche Erscheinung, daß ein praktischer Landwirth, wie Herr **Hirschfeld**, von der Wissenschaft geleitet, eine neue Reihe von Versuchen unternommen hat, deren künftige Bekanntmachung er nicht versagen wird.

Wir können dieses Vorwort nicht schließen, ohne noch eine Bemerkung über eine Behauptung **Liebig**'s hinzu zu fügen, daß nämlich der Thonboden seine befruchtende Wirkung, selbst ohne Zusatz von Dünger seinem constanten bedeutenden Gehalte an Kali zu verdanken habe, den er zu 3 pCt. und noch höher anschlägt. Wir haben in dieser Hinsicht drei verschiedene Sorten von Bodenerde aus unserer fruchtbaren Marsch, wovon die eine die obere Ackerkrume bildete, die beiden andern mehr aus der Tiefe genommen waren und deren eine von den Landwirthen als

eine für die Fruchtbarkeit schädliche charakterisirt war, einer sehr sorgfältigen Analyse unterworfen. **In 2000 Milligrammen derselben fand sich aber auch nicht einmal ein Milligramm Kali.** Die eigentliche fruchtbare Sorte unterschied sich von den beiden andern vorzüglich durch ihren größern Gehalt an kohlensaurem Kalk und ihrem viel geringeren an Eisenoxid, und das Resultat der Analyse von 2 Grammen war das Nachfolgende:

Kohlensäure	0,202
Wasser	0,100
Humus	0,080
Kieselerde	0,988
Thonerde	0,150
Eisenoxyd	0,168
Kalkerde	0,255
Talkerde	0,024
Verlust	0,033
	2,000

Kiel, den 21. April 1846.

C. H. Pfaff.

Vorrede.

Als praktischer Landwirth ist es mein Bemühen gewesen in einem Werke, welches im Herbste des Jahres **1844** in der Schwersschen Buchhandlung in Kiel erschienen ist, als Vermittler zwischen Naturforschern und Landwirthen aufzutreten, indem ich gesucht habe auf eine möglichst allgemein faßliche Weise den Landwirth, welcher sich bisher nicht mit den Naturwissenschaften abgegeben hat, auf den Standpunkt zu setzen, daß er den großen Bestrebungen wissenschaftlich gebildeter Männer in unserem Fache folgen könne.

Die Lehren, welche die Naturforscher gegeben haben, sind in dieser Arbeit nicht alle von mir angenommen worden, sondern ich habe eine Auswahl getroffen, wie sie nach meiner Ueberzeugung unsern landwirthschaftlichen Bedürfnissen am entsprechensten ist, habe dabei aber auch zugleich manche Lücke selbst ergänzen und manche neue Theorie und Hypothese aufstellen müssen. Ob diese, wie so manche andere der Naturforscher von Fach, für die

Dauer bleiben werde? diese Frage kann gewiß nicht bejahet werden, in einem Fache, welches allein auf Erfahrung gebauet werden muß, worin täglich geforscht wird und wobei der viele neue Stoff, welcher gesammelt wird, uns gewiß endlich zu einem allgemeinen Resultate führen wird, welches der Menschheit einen bleibenden Nutzen gewährt. Diese Ueberzeugung soll mich denn auch von der Eitelkeit fern halten, die eine oder andere Ansicht nur als das Resultat meiner Forschung in Anspruch zu nehmen. Genug, wenn ich nur mit bei dem großartigen Unternehmen zugelassen werde, wenn ich nur als Handlanger diene, das Hauptverdienst werde ich stets den Naturforschern von Fach einräumen.

Fast zugleich mit meinem Werke: „die Ernährung und das Wachsthum der Pflanzen," ist von dem Herrn Dr. **Schultz**, Professor ord. an der Universität zu Berlin, eine Arbeit: „die Entdeckung der wahren Pflanzennahrung" in Verlag von August Hirschwald in Berlin erschienen. Der Herr Professor weicht in dieser Arbeit mit seiner Ansicht nicht allein in vielen Stücken von meiner, sondern auch von der Ansicht sehr vieler Naturforscher und Landwirthe, ab, und ist bemühet eine ganz neue Theorie aufzustellen. Er hat in seinem Werke viele interessante Experimente mitgetheilt, welche dazu beitragen können, Wissenschaft und Praxis zu bereichern, für welche daher sowohl Naturforscher als Landwirthe demselben zu großem Danke verpflichtet sind: so interessant nun aber auch die Experimente sind, so bin ich der festen Ueberzeugung, daß die Anwendung der dabei gesammelten Re-

sultate auf die Ernährung der Pflanzen und auf die praktische Landwirthschaft nicht richtig gemacht ist.

Gerne würde ich es der Zeit oder auch anderen Naturforschern überlassen haben, die Irrthümer, welche nach meiner Ansicht in der Nutzanwendung dieser Experimente vorkommen, zu berichtigen; allein einen Umstand muß ich anführen, der, selbst gegen meine anfängliche Absicht, und auf die Gefahr hin, dem höheren Talente eines gelehrtern Forschers als einfacher Praktiker zu nahe zu treten, mich veranlaßt hat, die Experimente, welche der Herr Professor uns mitgetheilt hat, auf eine andere Art und Weise zu wiederholen.

Es ist nicht der Umstand, daß ich bereits die Ansicht des Professor **Schultz** in Journälen als Auctorität angeführt gefunden habe; dieses würde mich weniger dazu bewogen haben, denn es ist eine bekannte Sache, daß die Tagesblätter dazu bestimmt sind, einen augenblicklichen Austausch der Gedanken zwischen Männern, welche sich sonst zu entfernt stehen würden, möglich zu machen. Natürlich ist daher auch, daß dort mancher unreife Gedanke zum Vorschein kommt, selbst eingekleidet in das Gewand der positivesten Gewißheit, welcher nachher bald wieder verhallt und am Horizont verschwindet, wie ein Meteor, welches eben zuvor großen Glanz verbreitet hat.

Allein die Worte, welche der Veteran **Berzelius** in einem Briefe gegen mich ausspricht, sind gewichtiger, und diese haben mich vor allen Dingen veranlaßt, die Materie des Professor **Schultz** praktisch zu prüfen und die Er-

klärung des vorgefundenen und gesammelten Materials zu versuchen; möge das Publikum mit mir Nachsicht haben, mein Bestreben ist: **Aufrichtigkeit und Unpartheilichkeit!**

Berzelius äußert sich dahin: Nichts habe nns mehr ausgemacht erscheinen können, als die Zersetzung der Kohlensäure im Sonneuschein durch die grünen Theile der Pflanzen, indem sie sich den Kohlenstoff aneignen nnd Sauerstoff als Gas freimachen. Nun habe aber **Draper** gezeigt, daß das nemliche in einer Auflösung von neutralem kohlensaurem Alkali stattfinde und nachher zeige **Schultz** in Berlin, daß die nemliche Sauerstoffentbindung stattfinde in verdünnten Lösungen von Schwefelsäure, Phosphorsäure, Weinsäure, Mannazucker, Milchzucker, Gerberlohe u. s. f. Wenn seine Versuche richtig (er habe sie zu spät erfahren, um sie in der diesjährigen Sonne prüfen zu können), so sei es klar, daß die Sauerstoffausscheidung ein organisch chemischer Prozeß sei, welchen das Licht hervorrufe und welches von der Kohlensäure unabhängig sei. Welche Rolle diese dabei spiele, sei also noch von Neuem zu erforschen. **Damit falle aber das große theoretische Gebäude von der Nahrung der Pflanzen aus der Luft,** welches wir so gut wie axiomatisch angenommen hätten.

Diese gefährliche Meinungsäußerung des großen Chemikers, wenn sie auch nicht dem Publikum gegenüber ausgesprochen war, beunruhigte mich in dem Grade, daß ich die in diesen Blättern mitzutheilenden Vegetationsver-

suche sogleich einleitete und den vorliegenden Versuch einer Material-Revision der wahren Pflanzennahrung vorgenommen habe.

Der allgemeine Inhalt des gedachten Werkes, von Professor **Schultz**, wird aus einem kurzen Auszuge zu erkennen sein, den ich in den folgenden Zeilen mittheilen werde, wer indessen an diese Sache lebhaften Theil nimmt, wird schon das betreffende Werk zuvor selbst lesen müssen.

Nachdem der Verfasser darin die bisherige Ansicht über die Ernährung der Pflanzen darzustellen gesucht, spricht er, pag. 6 seine Meinung auf folgende Weise aus: „Wenn nicht die extraktiven Theile der Dammerde, sondern nur die Kohlensäure überhaupt die eigentliche Pflanzennahrung ist, so erscheint es freilich sehr gleichgültig, ob die Kohlensäure dann aus der Luft, oder dem Boden, oder aus beiden zugleich stammt, denn das wesentliche dieser Lehre besteht dann immer darin, daß der Dünger sich durch Gährung und Fäulniß erst in Gasgestalt auflösen muß, bevor er nährend auf die Pflanzen wirken kann. Der Dünger muß in diesem Falle durch anderweitig dargebotene Kohlensäure (mag sie durch Respiration oder Verbrennung entstanden sein), ersetzt werden können. Ob dieses nun möglich und die Pflanzen also wirklich ohne den Boden (abgesehen von den mineralischen Theilen) ernährt werden können, ist eben der schwer zu ermittelnde Punkt, über den man bisher keinerlei direkte Beweismittel, sondern nur Wahrscheinlichkeiten, Muthmaßungen oder Folgerungen aus entfernten Gründen gehabt hat. Was sich also als eine im

praktischen Landbau entschieden erwiesene Wahrheit herausgestellt, daß es einen guten und schlechten Boden giebt, der seine nährende Kraft allein dem Düngergehalt verdankt, daß dieser Boden aber nicht fähig ist, einem dicht neben ihm liegenden Ackerstück, durch Mittheilung luft- oder dunstförmiger Bestandtheile an die Luft, Fruchtbarkeit zu geben; ja, daß z. B. der kleine Kothhaufen einer Kuh einen schlechten Boden nur streng in der Begrenzung seines Umfanges fruchtbar macht; kurz, die praktisch entschiedene Frage, daß die Fruchtbarkeit allein örtlich an den Boden gebunden ist, und niemals der Luft übertragen werden kann; — diese Wahrheit hat man niemals theoretisch und wissenschaftlich beweisen, und gegen die Theorie der Kohlensäurezersetzung und Luftverbesserung durch die Pflanzen mit entschiedenem Erfolg vertheidigen und aufrecht erhalten können. Die praktischen Erfahrungen im Land- und Gartenbau sind durch die wissenschaftlichen Theorien immer wieder zernichtet worden. Die Theorie der Pflanzenernährung durch Kohlensäurezersetzung ist gültig, obgleich sie mit den augenscheinlichsten Thatsachen, die sich uns im Großen aufdrängen, im Widerspruch steht. Man darf sagen, unsere empirischen Beobachtungen im Landbau sind nicht wissenschaftlich begriffen und nicht in ihrem Zusammenhange erkannt; sie sind uns vollkommen dunkel und unerklärlich; und die wissenschaftliche Theorie der Kohlensäurezersetzung kann keinerlei praktische Gültigkeit und Anwendung erhalten, während die praktischen Voraussetzungen theoretisch ganz unerwiesen erscheinen."

Hierauf ist er bemühet die Mängel und Wider-

sprüche der Theorie der Kohlensäurezersetzung, und die der Ernährung der Pflanzen durch die Kohlensäure zu beweisen.

Die aufgestellten Argumente führen ihn pag. 20 zu dem Resultate: „daß man aus allen diesen zusammengenommen sieht, wie es eben so irrig ist anzunehmen, daß aller Kohlenstoff als daß aller Stickstoff der Pflanzen aus der Luft stammt, indem sich die Quellen derselben naturgemäß **allein, oder doch größtentheils** auf den Dünger beziehen lassen, indem **nur** die Güte des Bodens und **nicht** die Bonität der Luft den Grund des Pflanzenwachsthums enthält."

Wie nun gewöhnlich die Menschen geneigt sind, aus einem Extrem in das andere zu verfallen, so geht es auch dem Verfasser der wahren Pflanzennahrung. Er hatte sich durch seine Ansicht bewogen gefunden, eine Reihe von Versuchen anzustellen, welche diesen, ihm zweifelhaften Punkt beseitigen sollten, und sagt pag. 21 über die Veranlassung dieser Versuche folgendes: „Fassen wir obige vergleichende Betrachtung über die Theorie der Ernährung der Pflanzen durch Kohlensäurezersetzung zusammen: so ergiebt sich daraus unzweifelhaft, daß einmal die Quelle des im gewöhnlichen Laufe des Pflanzenlebens im Lichte ausgehauchten Sauerstoffs unmöglich die Kohlensäure oder doch nicht allein die Kohlensäure sein kann Ist aber die Kohlensäure nicht die Quelle des ausgehauchten Sauerstoffs, so müssen sich andere Stoffe in den Pflanzen finden, die das ausgehauchte Sauerstoffgas entwickeln, und **der ganze Prozeß der Pflanzenernährung, die ganze Düngertheorie muß sich**

demnach anders gestalten, als man es bisher angenommen hat.“

Hierauf geht er, pag. 22, noch weiter und sagt: „Es wurde immer klarer, **wie diese Kohlensäure-zersetzungs-Theorie ohne alle Kenntniß der inneren Organisation der Pflanzen, ja ohne Kenntniß der wichtigsten physiologischen Zustände des Pflanzenlebens blos nach allgemeinen chemischen Rücksichten gebildet worden,** daher sie denn auch mit den entschiedenen Wahrheiten, besonders der neueren Pflanzenphysiologie durchaus ohne alle Uebereinstimmung erscheine, **und den wahren Gang der Natur bei der Pflanzenernährung gänzlich verfehle,** so dankbar auch die der Theorie zu Grunde liegenden Vorarbeiten anerkannt werden müssen.“

Es folgen jetzt seine angestellten Versuche, um die Frage zu beantworten: ob nicht andere Stoffe als Kohlensäure den von den Pflanzen im Lichte abgeschiedenen Sauerstoff liefern können. Zu den auf diese Weise zu prüfenden Stoffen hat er vegetabilische und mineralische Säuren, Salze und saure Salze, Humusdekokt, Kuhmist, verschiedene Sorten Zucker, Lohgerberwasser, Saft aus Pflanzen u. dgl. gewählt, hat diese in gekochtem, destillirtem oder Regenwasser aufgelöset, und mit dieser in verschiedenen Graden sehr verdünnten Lösungen, Blätter und beblätterte Zweige von verschiedenen Pflanzen, unter Glascylinder von $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Quart abgesperrt, hat diese Cylinder in verschiedenem Verhältniß der Einwirkung des

Lichtes ausgesetzt und das etwa sich entwickelnde Gas in graduirte Glasröhren aufgefangen.

Den Kohlensäuregehalt dieses Gases hat er durch Kalkwasser, den ungefähren Sauerstoffgehalt nach der Helligkeit, mit der ein glimmender Span sich darin entzündete und nach der Dauer wie lange er brannte, bestimmt.

Die Art und Weise wie diese Versuche angestellt sind, pag. **24** und **25**, wie auch die fernern Mittheilungen machen es bedauernswerth, daß sie nicht mit mehr Schärfe und Genauigkeit durchgeführt sind.

Diese Experimente führen nun den Verfasser zu einer ganz neuen Ansicht, nach welcher die Pflanzen, mit Ausnahme verschiedener Salze und Säuren, pag. **50** u. f., vielleicht kein einziges der sich darbietenden Nahrungsmittel unverändert aufnehmen.

Die wahre Pflanzennahrung, welche bei den gedachten Experimenten gefunden sein soll, wird pag. **82** u. f. bezeichnet, indem gesagt wird: „Das Fundament, von dem wir bei der Erklärung der vegetabilischen Stoffbildungen ausgehen müssen, bilden allein das Gummi, der Zucker und die vegetabilischen Säuren, und vielleicht ist unter diesen die Milchsäure, mag sie in der Gerberbrühe, in der Milch oder durch Umbildung der Humusbestandtheile mit Hülfe der Wurzeln selbst entstehen, als das allgemeine Pflanzennahrungsmittel zu nennen. Wir haben hierin schon solche Verbindungen, denen außer Kohlenstoff und Sauerstoff der Wasserstoff ursprünglich angehört, dessen Entstehung in der Pflanze nach der bisherigen

Theorie viel räthselhafter war, als der Kohlenstoff selbst. Sauerstoffabsorption und Kohlensäureaushauchung sind die Mittel zur allgemeinen Verarbeitung der Pflanzenstoffe. Diese beiden Erscheinungen kommen daher im ganzen Pflanzenreiche bei allen Pflanzen vor. Die Sauerstoffsaushauchung im Lichte ist ein hinzutretendes Mittel, durch Desoxydation der Säuren und gesäuerten Stoffe eine stärkere Carbonisation und Hydrogenisation der Pflanzensäfte zu erzielen; aber die Grundlage der Holzsaft und Lebenssaftbildung liegen in dem aus dem Boden durch Verarbeitung des Humus gebildeten und geschöpften Gummi und den Säuren, aus denen sich in den Gefässen selbst durch weitere Sauerstoffabsorption und Kohlensäureaushauchung der Traubenzucker und Rohrzucker bilden. Die Pflanzen bereiten nicht sowohl ihren Kohlenstoff durch Zersetzung der Kohlensäure, als sie vielmehr immer noch Kohlensäure abgeben, indem die aus dem Boden eingesaugten Nahrungsstoffe so kohlenstoffreich sind, daß, um diese in die Pflanzenbestandtheile umzubilden, vielmehr noch Kohlenstoff daraus abgeschieden werden muß."

Aehnlich heißt es über die Quelle des Stickstoffgehalts der Pflanzen pag. **92** u. f.: Nach **Saussüre** würde es nur kohlensaures, vielleicht eine geringe Menge salzsauren Ammoniaks sein können, das den Pflanzen aus der Atmosphäre dargeboten würde. Daß dem so sei, ist auch die Ansicht von **Liebig**, welche dieselbe bleibt, wenn man auch annimmt, daß diese Salze entweder durch Regenwasser dem Boden mitgetheilt, oder durch die Feuchtigkeit des Bodens aus dem zersetzten Dünger aufgelöst

werden. Inzwischen zeigen unsere Versuche, daß weder kohlensaures noch salzsaures Ammoniak die Form sein kann, in der das Ammoniak überhaupt zu den stickstoffigen Bestandtheilen der Pflanze verwendet wird. Kohlensaures Ammoniak stört nach unseren Versuchen die Vegetation durchaus und kann die stärkste Sauerstoffaushauchung aus einer Zuckerlösung zum Stillstehen bringen. Salzsaures Ammoniak beschleunigt zwar die Zuckerzersetzung, ähnlich wie andere Salze; allein vermehrt sie nicht, und ich habe keinerlei Beweis, daß Salmiak von der Pflanze *als solcher* zersetzt und assimilirt werden könnte. Auch *sind die* Säfte der Pflanzen sämmtlich sauer und konnten also kein kohlensaures Ammoniak enthalten. Vielmehr kann es allein die Ammoniakverbindung im Humus sein, die mit den übrigen nährenden Bestandtheilen aus dem Boden aufgenommen wird. Diese ist aber niemals kohlensaures Ammoniak, oder Salmiak. Man könnte vielleicht an humussaures Ammoniak denken. Allein **die neutralen Salze werden überhaupt nicht von den Pflanzen zersetzt** und das Ammoniak scheint vielmehr in den Pflanzensäften in einer ähnlichen Verbindung mit dem Gummi und mit dem Zucker, wie im thierischen Körper mit dem Eiweiß sich zu befinden, überhaupt also an organische Stoffe ursprünglich gebunden zu sein, mit denen es neutrale Verbindungen eingeht, ohne daß diese Stoffe Säuren sind."

„Es sind also vielmehr Ammoniak-Gummate und Ammoniak-Saccharate, die den Zustand bilden, indem das Ammoniak in die Pflanzen geht, oder sich in den

Säften befindet. In solchem Zustand kann das Ammoniak nicht aus der Luft kommen und es bleibt also der Boden und die Bodenfeuchtigkeit auch die hauptsächlichste Quelle für das in den Pflanzen enthaltene Ammoniak."

„Auf diese Weise ergiebt sich überall eine gewisse Einheit der Pflanzennahrung dadurch, daß alle Bestandtheile derselben mit einem und demselben Stoff von den Pflanzen eingenommen werden, ohne daß die Pflanze ihre verschiedenen Bestandtheile von ganz verschiedenen Seiten her zusammenzuholen braucht. Auf diese Art ist auch allein die innere Verarbeitung des Ammoniaks mit den übrigen Nahrungsbestandtheilen erklärlich. Die Ammoniakverbindungen durchlaufen nunmehr die ganze Reihe der assimilirenden Verarbeitung mit den Nahrungsstoffen der Pflanze überhaupt, und die verschiedenen stickstoffhaltigen Bildungen in der Pflanze: das Eiweiß, der Kleber, die Alkaloide, die stickstoffhaltigen Säuren entspringen sofort aus den stickstoffhaltigen Verbindungen des Lebenssaftes."

Diese und ähnliche Betrachtungen über die Ernährung der Pflanzen sind alle aus den Erscheinungen abgeleitet, welche sich dem Verfasser bei den Experimenten über die Gasentwicklung ergeben haben; auf diese Experimente hat er denn seine Ansicht weiter fortgebauet und so geht er aus diesen Folgerungen auf das Schlußresultat über, und macht Aussicht zu einer Agriculturphysiologie.

Hier in der Vorrede darf nicht der weiteren Ver-

handlung vorgegriffen werden, aufmerksam kann indessen schon darauf gemacht werden: in welches Labyrinth von Trugschlüssen uns die falsche Nutzanwendung der Vordersätze führen kann.

Wir werden sehen, daß die Experimente des Professor **Schultz**, so verdienstvoll sie auch waren, durchaus nicht aus dem Gesichtspunkt genommen werden durften, woraus er sie genommen hat, daß das wirkliche Leben der Pflanzen uns eine ganz andere Antwort giebt, als *welche* diese Versuche gegeben haben; werden finden, daß die Ausscheidung von Lebensluft bei den Pflanzen nicht mit dem Leben und den Wirkungen desselben verwechselt werden darf.

Um nun zugleich neben der Mittheilung meiner eigenen Meinung auf die Ansicht des Professors **Schultz** besser eingehen zu können, habe ich bei dieser Arbeit dessen ganze Eintheilung beibehalten, darnach meine Erklärungen eingerichtet und durch die ganze Abhandlung seine Idee mit verfolgt, wie man einen bunten Faden einem Stück gleichartigen Tuchs einwirkt, so daß er von Anfang bis zu Ende mit durchläuft. An den passenden Stellen habe ich denn meine Versuche und deren Resultat nebst Nutzanwendung mitgetheilt, die keine eigene Paragraphen erhalten, sondern in einer besondern Reihenfolge durch römische Ziffern bezeichnet sind, so daß sie überall besonders nachzuschlagen sein werden. Nur am Ende der Abhandlung habe ich zur Vervollständigung des Plans noch einige besondere Paragraphen angehängt.

Es muß bei dieser Arbeit bemerkt werden, daß einige wenige Wiederholungen nicht ganz zu vermeiden waren, welche indessen so selten wie möglich vorkommen sollen.

So lege ich denn getrost dieses neue Resultat meiner Forschungen der Beurtheilung des Publikums vor, und wünsche nur noch: ihm möge auch ein Theil des Wohlwollens zu Theil werden, womit meine erste Arbeit, vom vorletzten Jahre, beehrt worden ist.

Der Verfasser.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	1
Bisherige Ansicht	3
Mängel und Widersprüche der Theorie der Kohlensäurezersetzung	12
Versuch I	19
Versuch II	21
Nebenerscheinungen	22
Nutzanwendung	23
Die neuen Versuche des Prof. Schultz.	
Veranlassung	28
Weise der Experimente	29
Wirkung der vegetabilischen Säuren	30
Schlußfolge	31
Wirkung des Humusdekokts und des Zuckers	37
Wirkung der zu assimilirenden Substanzen auf die Pflanzen	41
IIIte Reihenfolge der Versuche No. 1 bis 63	42
Allgemeine Betrachtungen	49
Gang der Pflanzenernährung	52
IVte Reihenfolge der Versuche No. 68 bis 71	60
Erfolg	61
Entwurf eines neuen Versuchs	62
Wirkung der Organisation auf die zu assimilirenden Stoffe	63
Mittel, wodurch die digerirende Einwirkung erzeugt wird	66
Bildung des Holzsaftes	68
Ernährung des Samenkeims	72
Wiederholung der Keimbildung in den jungen Trieben	73
Parasitische Pflanzen	74
Die Pflanzen können ohne Sauerstoffaushauchung ernährt werden	76
Wasserstoffaushauchung durch grüne Blätter	78
Die wahre Pflanzennahrung	79
Zur IIIten Reihenfolge der Versuche No. 64 bis 67	80

	Seite
Entstehung des Lebenssaftes	82
Salze und Säuren des Lebenssaftes	83
Vte Reihenfolge der Versuche	84
Ursprung des Stickstoffs im Lebenssaft	89
Bedeutung des Lebenssaftes bei der Pflanzenernährung	93
Aussicht zu einer Agriculturphysiologie	96
Cultur der Keimung	98
Cultur des Wachsthums	107
Cultur des Blühens und des Fruchttragens	112
Schlußfolgerung aus dem Vorhergehenden	124
Versuche, welche im Laufe des vorigen Sommers in meiner Landwirthschaft auf Groß-Nordsee angestellt sind, und deren Erfolg	125
Versuch VI	126
Versuch VII	127
Versuch VIII	127
Versuch IX	128
Versuch X	129
Erscheinungen bei diesen Versuchen	130
Analyse	131
Betrachtungen über die gesammelten Erscheinungen und gemachte Analyse	131
Nutzanwendung	134
Schluß	136
Versuch XI	137

Einleitung.

Ein Bau, den die Naturforscher und wir Landwirthe *gemeinschaftlich* angefangen haben, schreitet allmählig weiter *fort* seinem Ziele zu. Er ist nicht wie so mancher andere Bau, welchen die Architekten aus Holz, Stein und Eisen zusammenfügen, dem zerstörenden Zahne der Zeit unterworfen; er hat dagegen den Vorzug vor andere voraus, daß er unsere Mühe und Sorgfalt dadurch lohnt, daß er, jemehr wir passende Materialien herbeischaffen, jemehr richtige Mittel wir zusammenfügen, **selbst** zu seinem Gedeihen und Wachsthume am meisten beiträgt, auch dadurch unsere Bestrebungen und seine Pflege erst recht lohnt.

Er schafft uns nicht allein die Mittel zu unserer Bekleidung, zu unserer Erwärmung und Bedachung, sondern auch zu unserer inneren Erhaltung!

Frägt man nun: was ist das für ein Bau? — so lautet die Antwort: der Ackerbau, Feldbau, Forstbau und Gartenbau.

Da nun aber bei diesem Aneinanderreihen der Mittel, von der Wahl und Zweckmäßigkeit, wie auch von der Ausführung der zu Gebote stehenden Materialien, das größere oder geringere Gedeihen unseres lebendigen Tempels abhängt, da diese Mittel und unsere Fähigkeiten bestimmen, auf eine wie große Zahl Menschen der Segen unserer Arbeit sich erstrecken wird, ob auf Legionen oder bloß auf unsere eigene

Existenz; so müssen wir nicht scheu zurückweichen, wenn ein Mitarbeiter uns keck entgegentritt, uns Materialien herbeiträgt, wovon wir glauben, daß sie dem Gedeihen unseres Baues nachtheilig werden.

Wenn nun auch dieses Gleichniß nicht ganz auf den Professor **Schultz** passen wird, so glaubte doch der praktische Arbeiter, welcher mit diesen Zeilen ihm entgegentritt, daß das Material, welches derselbe die **wahre Pflanzennahrung** genannt hat, nicht überall gehörig Probe halten würde, sondern daß manche schädliche Nahrung darunter vorkomme, wogegen erst das bittere Salz der Kritik angewendet werden muß, um sie für die Pflanzen, also auch für unsern Tempelbau nutzbringend zu machen.

Das Schlimmste bei der Empfehlung schädlicher Nahrung ist noch, daß oft die anerkannt gute dabei zurückgesetzt wird. Diesen Fehler begeht nach unserer Ansicht der Professor **Schultz**. Indem er seine Entdeckung geltend machen will, glaubt er, alles Bestehende müsse erst umgestoßen werden. Dieses wäre nun nicht einmal nöthig, selbst wenn die von ihm entdeckte auch die wahre Nahrung genannt werden könnte, denn neben ihr würden wir uns noch immer der reichen Erzeugnisse der Verbrennung, der Verwesung, des Lebens der Thiere u. s. w. bedienen können, zumal da in diesen wie in seiner Nahrung in Verbindung mit dem Wasser, nicht allein ganz dasselbe, sondern noch vielmehr geleistet wird.

Wir wollen aber nicht der Sache vorgreifen, sondern ruhig seinem Gedanken folgen und dabei nicht allein **seine** Materialien, sondern auch die Art **seiner** Verwendung prüfen. Wir werden oft dabei Gelegenheit haben, seinem Scharfsinne Gerechtigkeit widerfahren zu lassen, werden uns aber auch nicht enthalten zu sagen, wo er nach unserer Meinung geirrt hat, und suchen den Beweis zu liefern, daß dieses also sei.

Aus dem Folgenden wird sogleich hervorgehen, wie der Professor **Schultz** die Sache auffaßt.

Bisherige Ansichten.

§. 1.

Der Verfasser sagt: Man sollte es sonderbar finden, daß die Wissenschaft der Praxis die Wunderkraft der Düngung auf das Pflanzenwachsthum aus dem Großen und Ganzen so gut als gänzlich hat abstreiten oder doch durch kleine Widersprüche im Einzelnen so sehr hat in Stücke zerreißen können, daß das Ganze immerfort wieder zweifelhaft geworden ist.

Dieses Abstreiten der Wirkung des Düngers auf die Fruchtbarkeit des Bodens geht meines Erachtens nicht aus dem *jetzigen* Stand der Wissenschaft hervor, wenn auch die ältere Lehre über den Humus in gegenwärtiger Zeit manche Berichtigung erfahren hat und erfahren wird.

Liebig sagt pag. 7, 4te Auflage: „Man sieht leicht, daß die Chemiker bis jetzt gewohnt waren, alle Zersetzungsprodukte organischer Verbindungen von brauner oder braunschwarzer Farbe mit Humussäure oder Humin zu bezeichnen. — Man hat nun nicht den entferntesten Grund, zu glauben, daß das eine oder das andere **dieser Zersetzungsprodukte in der Form** und mit **den Eigenschaften begabt, die man den vegetabilischen Bestandtheilen der Dammerde zuschreibt,** in der Natur vorkommt. —

Die Eigenschaften des Humus und der Humussäure der Chemiker **sind** von den Pflanzenphysiologen unbegreiflicher Weise **übertragen worden auf den Körper in der Dammerde, den man mit dem nemlichen Namen belegt.** —

Wir wollen in dem Folgenden **den Humus der Pflanzenphysiologen mit den Eigenschaften begabt uns denken,** welche die Chemiker an den braunschwarzen Niederschlägen beobachtet haben, die man durch Fällung einer alkalischen Abkochung von Dammerde oder Torf vermittelst Säuren erhält, und die sie Humussäure nennen.

Pag. 14. „**Niemandem wird es in den Sinn kommen, den Einfluß des Düngers auf die Entwicklung der Kulturgewächse zu läugnen;** allein mit positiver Gewißheit kann man behaupten, daß er zur Hervorbringung des Kohlenstoffs in den Pflanzen nicht gedient, daß er keinen directen Einfluß darauf gehabt hat u. s. w.“

Wie ich in meiner Pflanzenernährung *) pag. 159 u. ff. angeführt habe, so dient der thierische Dünger vorzugsweise dazu, den Pflanzen die Elemente des Eiweis und des Gluten zuzuführen, indem seine Hauptbestimmung ist, durch die Verwesung in Salpetersäure oder durch Fäulniß in Ammoniak umgewandelt zu werden, und haben auch vielfältige Versuche, die ich theils schon in meinem Buche über die Ernährung und das Wachsthum der Pflanzen angeführt habe, welche ich aber auch noch in großer Anzahl im Verlaufe dieser Abhandlung vortragen werde, die Ansicht bestätigt, daß der Salpeter und das Wasser allein schon die Cerealien befähigen, ihren erforderlichen Bedarf an Kohlensäure aus dem Vorrathe derselben in der Atmosphäre sich aneignen zu können, **um eine sehr große Quantität Korn** zu produciren. Es ist freilich bis diesen Augenblick noch unentschieden, ob nicht die im Boden

---

*) In einem Sendschreiben Liebigs an die Landwirthe Groß-Brittanniens, worin er die leitenden Grundsätze, nach denen die von ihm erfundenen künstlichen Düngmittel angewendet werden müssen, schildert, neigt ersich freilich der Ansicht zu, der Dünger wirke **nur** durch seine anorganischen Bestandtheile, und diese könnten den Pflanzen eben sowohl aus dem Mineralreiche zugeführt werden. Am Schlusse dieses Sendschreibens spricht Liebig indessen **keinen Zweifel** aus: ob das Ammoniak in dem Patentdünger entbehrt werden könne, und verspricht darüber Versuche anzustellen.

Wir haben diese kleine Schrift, welche von Dr. Petzoldt mit 12 Erläuterungen, in der Arnoldischen Buchhandlung, in Leipzig und Dresden, erschienen ist, in der S. H. Landes-Zeitung No. 1 dieses Jahres, beurtheilt.

vorhandenen kohlenstoffhaltigen Gegenstände, als Humus, vegetabilische Säuren u. dgl. die Quantität und die Bonität des Korns noch vermehren helfen; indessen die Versuche gehen immer fort und werden mich vielleicht noch bis zur Beendigung dieser Blätter in den Stand setzen, darüber ein Urtheil zu fällen.

Aus diesen Worten wird nun wohl hervorgehen, daß die Wissenschaft den Dünger, wie Prof. **Schultz** meint, gewissermaaßen den Dünger überhaupt, **nicht** aufgegeben hat und die Pflanzen **nicht** allein aus der Luft leben läßt.

§. 2.

„Daß der natürliche wie künstliche Dünger hauptsächlich *in* zersetzbaren und verbrennlichen organischen Ueberresten bestehe, hat dem praktischen Landbauer niemals zweifelhaft sein können, der die Güte des Bodens allein von diesen Bestandtheilen abhängig steht, während die aus rein mineralischen Bestandtheilen gebildeten Bodenarten: der reine Sand, der reine Kalk, der reine Thon, unter allen Umständen unfruchtbar erscheinen. Um dieses zu beweisen, verbrannte **Giobert** etwas von dem fruchtbaren Boden um Turin und Mailand in der Lombardei, und säete in den unverbrennlichen mineralischen Ueberrest Getreidesamen, die zwar keimten, aber aller Benetzung mit atmosphärischem Wasser ungeachtet keine Früchte brachten, wie sie der natürliche Boden gab. Die Pflanzen wuchsen aber und wurden fruchtbar, wenn er die verbrannte Erde wieder mit Düngerwasser begoß."

Aehnliche Versuche habe auch ich angestellt, indem ich ganz unfruchtbaren Ziegelthon und desgleichen Bergsand mit Korn bepflanzte, dieses Korn nur mit destillirtem Wasser, genau zugemessen, begoß und von diesen Versuchstöpfen, von denen ich 67 Abtheilungen gemacht hatte, in den verschiedenen Abtheilungen nach den Theorieen von **Liebig, Schultz** und von mir, mit den in destillirtem Wasser gemachten Auflösungen verschiedener Salze und Säuren, wie wir später sehen werden,

begossen habe. Die nicht zu bezweifelnde Thatsache stellte sich auch hier deutlich heraus, daß zum Gedeihen und Wachsthum der Pflanzen etwas mehr gehört, als reines destillirtes Wasser und reiner Thon oder reiner Sand. Wir werden später Gelegenheit haben anzudeuten, worin die anderen Bedürfnisse der Pflanzen bestehen und ob und welche Theile davon aus der Luft genommen werden.

Pag. 3 heißt es weiter: „Inzwischen war von **Priestley** im Jahre 1776 die Fähigkeit grüner Pflanzentheile, im Lichte Sauerstoff auszuhauchen und die durch das Athmen der Thiere und das Brennen von Lichtern verdorbene kohlensäurehaltige Luft zu verbessern, entdeckt worden, und diese Entdeckung wurde von **Ingenhouss** weiter geführt und auf die Pflanzenernährung überhaupt angewendet, so daß man seit dieser Zeit annahm, alle Pflanzennahrung sei wesentlich Köhlenäure, **welche die Pflanzen im Lichte zersetzen,** wobei der Kohlenstoff assimilirt, der Sauerstoff aber ausgeschieden werde."

In **Schleiden's** Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik, zweiter Theil 1843 pag. 484, heißt es: „Ganz unabhängig von der Frage aber, ob die grünen Theile eine größere Menge Kohlensäure aufnehmen oder nicht, ist die andere, ob der von der Pflanze ausgehauchte Sauerstoff von einer Zersetzung der Kohlensäure oder **des Wassers** herrührt. Man hat nun seit den ältesten Zeiten, ohne allen Schein einer Begründung, stets von einer Zersetzung der Kohlensäure gesprochen, und durch alle chemische und botanische Handbücher läuft diese Ansicht als eine Thatsache durch, ohne daß es auch nur Einem eingefallen wäre zu fragen, ob dieselbe auch durch irgend eine Beobachtung constatirt sei."

In **Berzelius** Lehrbuch der Chemie 1843 pag. 95 liest man: „Alle aufgelösten Verbindungen der ersten Ordnung, die aus Sauerstoff und einem anderen Grundstoff bestehen, werden in der Art zersetzt, daß der Sauerstoff auf dem positiven und der andere Grundstoff auf dem negativen Leiter frei wird

So lange die Vereinigung zwischen dem Wasserstoff und Sauerstoff größer ist, als zwischen den Bestandtheilen der im Wasser aufgelösten Körper, so wird dieses allein zersetzt, wenn nicht der elektrische Strom sehr stark und die Quantität des Aufgelösten gering ist; gewöhnlich wird vorzugsweise der Körper zersetzt, dessen Bestandtheile unter sich die schwächste Vereinigungskraft haben. Enthält daher das Wasser Körper aufgelöst, zwischen deren Bestandtheilen die Vereinigungskraft größer ist, als zwischen Wasserstoff und Sauerstoff, **so wird nur das Wasser zersetzt.**"

Da nun der Kohlenstoff in der Kohlensäure mit dem Sauerstoff viel fester verbunden ist, als der Wasserstoff in dem Wasser mit dem Sauerstoffe, so ist allein darin schon genug Grund vorhanden, daß wir annehmen dürfen, das Wasser werde in den Pflanzen durch die Dynamide, welche von der Sonne ausgehend und in den Pflanzen, wie ich in meinem angeführtem Buche weitläuftiger auseinandergesetzt habe, einen hydro=elektrischen Strom verursacht, zersetzt.

Dieser Unterschied in der Zersetzung durch den hydro=elektrischen Strom, **daß es das Wasser ist und nicht die Kohlensäure,** wird das Mittel an die Hand geben, daß sich alle die Erscheinungen, welche bei dem Wachsthum der Pflanzen vorkommen, erklären lassen.

Daher denn auch die Ansicht **Ingenhouſs** durchaus nicht zu voreilig zu verwerfen ist: „**daß aller Dünger durch Gährung und Fäulniß zuvor in Kohlensäure aufgelöst werden müsse,** ehe er als Nahrung der Pflanzen dienen könne. Der gedüngte Boden sei eine unerschöpfliche Quelle von Kohlensäure, und aller Dünger und aller Boden wirke nur durch Kohlensäureproduction auf die Pflanzen nährend. Die aus dem Boden entwickelte Kohlensäure könne sich der Luft mittheilen und, wie die durch Athmen und Verbrennen erzeugte, **dann von den Pflanzen auch aus der Luft eingesaugt werden.**"

Abgesehen von den Stickstoff-, Phosphor-, Schwefel- u. s. w. Verbindungen, welche sich zugleich mit der Kohlensäure bilden, hat die Ansicht des **Ingenhouss** gewiß sehr Vieles für sich, und brauchen die Pflanzen diese Kohlensäure aus der Atmospäre und dem Boden auch nicht unmittelbar aufzunehmen, sondern der größere Bedarf zur Bildung der kohlenstoffhaltigen Bestandtheile in den Pflanzen wird durch das Wasser vermittelt in die Pflanzen eindringen.

Das Wasser, welches überall in der Ackererde verbreitet ist, und dadurch der Luft unendlich viele Berührungspunkte darbietet, nimmt beständig Kohlensäure sowohl aus derselben, wie aus dem Dünger auf, wenn es sich nicht schon in Form von Dunst und Regen mit solcher geschwängert hat, bis das Wasser davon die hinlängliche Menge enthält. Das auf diese Weise mit der Kohlensäure und den anderweitigen löslichen Pflanzennahrungsmitteln begabte Wasser dringt größtentheils durch die Wurzeln in die Pflanzen ein.

§. 3.

Wenn auch in diesem Paragraphen der Zersetzung des Wassers nach **Berthollet** gedacht wird, welcher **Saussure** widersprochen hat, und nach letzterem nur eine Hydratbildung durch Verdichtung angenommen wird, wobei man aber nicht die Bildung und den Uebergang der näheren Bestandtheile erklären konnte, welche in den Pflanzen vorkommen, so werden wir später sehen, daß bei Annahme der Zersetzung des Wassers alle diese Erscheinungen wie von selbst sich erklären. Und mit welchem Rechte sollte man denn auch diesen Act in den Pflanzen bezweifeln dürfen, welcher in der Physik durch die vielen Experimente mit Elektricität und Galvanismus hinlänglich bewiesen ist?

Wenn **Saussure** dagegen den in den Pflanzen enthaltenen Stickstoff aus den ammoniakalischen Dünsten der Atmosphäre ableitete, so ist wohl zu beachten, daß dabei nur von denjenigen Pflanzen die Rede sein konnte, welche keinen Dünger bekommen haben.

In **Schleidens** Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik, zweiter Theil 1843, pag. 472, heißt es: „Die ersten genauen Analysen des Regenwassers und der Nachweis des Ammoniakgehaltes desselben sind von **Brandes**. Viele Andere haben Analysen des Regenwassers gemacht und den Gehalt an Ammoniak bestätigt. Daß er kohlensaures Ammoniak sei, ist von **Liebig** ganz willkührlich angenommen und widerspricht direct allen Erfahrungen und seinen eigenen früheren Untersuchungen, nach denen Regenwasser beständig **freie Salpetersäure** also unmöglich kohlensaures Ammoniak enthält."

Wenn nemlich in einer Flüssigkeit kohlensaures Ammoniak enthalten ist, und Salpetersäure hinzukommt, so verbindet sich diese mit dem Ammoniak, bildet salpetersaures Ammoniak und treibt die Kohlensäure aus; kommt noch mehr Salpetersäure hinzu, so kann diese erst frei in der Flüssigkeit vorkommen. Ist daher im Regenwasser neben dem Ammoniak noch freie Salpetersäure vorhanden, so wird das Ammoniak **auch** mit dieser Säure verbunden sein.

Auf solche Weise läßt sich auch die Gegenwart der Salpetersäure in der Atmosphäre und dem Regenwasser auf dieselbe Weise von den abgestorbenen Thieren u. s. w. herleiten, wie ich die Entstehung derselben pag. 159 und pag. 161 in meiner „die Ernährung und das Wachsthum der Pflanzen" aus den Excrementen erklärt habe, und wird gleichfalls dadurch die Entstehung des Eiweis in den ungedüngten Pflanzen, wie ich solche in meiner Theorie pag. 138 und ferner auseinander gesetzt habe, in die Augen fallend.

§. 4.

Wenn hier gesagt wird, **Liebig** behaupte: „daß die Pflanzen hauptsächlich nur von Kohlensäure leben, die Kohlensäure aber **gar nicht aus dem Boden**, sondern aus der Luft nehmen und die Luft dadurch verbessern, während der Dünger nur durch Lieferung von Stickstoff als Ammoniak

wirke und zur Erzeugung des Kohlenstoffsgehalts der Pflanzen nicht beitrage;" so führe ich nur aus der organischen Chemie von **Liebig** 1842 an: pag. 45. „In einem Boden, welcher der Luft zugänglich ist, verhält sich der Humus genau wie an der Luft selbst; er ist eine langsame äußerst andauernde Quelle von Kohlensäure.

Um jedes kleinste Theilchen des verwesenden Humus entsteht auf Kosten des Sauerstoffs der Luft eine Atmosphäre von Kohlensäure.

In der Kultur wird, durch Bearbeitung und Auflockerung der Erde, der Luft ein möglichst ungehinderter und freier Zutritt verschafft.

Ein so vorbereiteter und feuchter Boden enthält also eine Atmosphäre von Kohlensäure, und damit die erste und wichtigste Nahrung für die junge Pflanze, welche sich darauf entwickeln soll. Von dem ersten Augenblick an, wo sich die ersten Wurzelfasern gebildet haben, sind sie es, welche die Functionen der Blätter übernehmen, sie führen aus der Atmosphäre, in der sie sich befinden, **aus dem Boden nemlich,** Nahrung zu; **von dem Humus stammt die Kohlensäure her.**

Durch Auflockerung des Bodens um die jungen Pflanzen erneuern und vervielfältigen wir den Zutritt der Luft, wir begünstigen damit die Bildung der Kohlensäure; die Quantität der erzeugten Nahrung würde sich vermindern mit jeder Schwierigkeit, die sich im Boden dieser Lufterneuerung entgegenstellt; bei einem gewissen Grade der Entwicklung der Pflanze ist sie es selbst, welche diesen Luftwechsel bewirkt. Die Atmosphäre von Kohlensäure, welche den unverwesten Theil des Humus vor weiterer Veränderung schützt, wird von den feinen Wurzelhaaren, den Wurzeln selbst, aufgesaugt und hinweggenommen; sie wird ersetzt durch atmosphärische Luft, die ihren Platz einnimmt; die Verwesung schreitet fort, es wird eine neue Quantität gebildet. In dieser Zeit empfängt die Pflanze von den

Wurzeln und äußern Organen gleichzeitig Nahrung, sie schreitet rasch ihrer Vollendung entgegen."

Hieraus geht doch wohl klar hervor, daß Prof. **Schultz** dem **Liebig** eine absurde Behauptung in den Mund legt, woran er, wenigstens damals, nicht gedacht hat.

§. 5.

Der Vorwurf, welcher hier der Kohlensäuretheorie gemacht wird, daß die im praktischen Landbau entschieden erwiesene Wahrheit mit ihr im Widerspruch stehe, „daß es einen guten und schlechten Boden giebt, der seine nährende Kraft allein dem Düngergehalt verdankt, daß dieser Boden aber nicht fähig ist, einem dicht neben ihm gelegenen Ackerstücke durch Mittheilung luft- oder dunstförmiger Bestandtheile an die Luft, Fruchtbarkeit zu geben; ja, daß z. B. der kleine Kothhaufen einer Kuh einen schlechten Boden nur streng in der Begrenzung seines Umfangs fruchtbar macht; kurz, die praktisch entschiedene Frage, daß die Fruchtbarkeit allein örtlich an den Boden gebunden ist und niemals der Luft übertragen werden kann," ist mit folgender Antwort zu beseitigen: Die bei der Verwesung des Düngers durch Einwirkung der atmosphärischen Bestandtheile gebildeten Gasarten und Säuren treten entweder mit der Atmosphäre zusammen und verbreiten sich in derselben durch ihre Repulsivkraft, so daß sie überall mit der Atmosphäre gleichmäßig wirken, oder sie werden durch die Feuchtigkeit den nächsten Wurzeln sogleich zugeführt, oder sie verbinden sich mit den im Dünger oder **in der Ackererde vorhandenen basischen Bestandtheilen zu Salzen**, welch **nicht mehr flüchtig** sind und **die** Stelle vorzugsweise fruchtbar machen, wohin der Dünger gefallen ist. Diese Thatsache wird weder mit dem Stande der Wissenschaft, noch mit der praktischen Erfahrung in Widerspruch kommen, und wird es noch ganz besonders erklären, woher es kommt, daß der animalische Dünger an einer Stelle mehr wirkt, als an einer andern;

woher es kommt, daß die Brache hier großen, dort fast gar keinen Nutzen bringt.

Mängel und Widersprüche der Theorie der Kohlensäurezersetzung.

§. 6.

Diese Theorie ist genugsam durchgearbeitet von Chemikern, Botanikern und Landleuten, es wird also wohl nicht mehr nöthig sein, sie noch einmal zu erklären. Ihre Hauptwidersprüche und Mängel gehen aus dem Umstande hervor, daß man durch sie **jede andere Art der Ernährung** für die Pflanzen ausschließen will, und wenn man annimmt, daß der Kohlenstoff, welcher in so mannigfaltigen Verbindungen im Pflanzenreiche vorkommt, **allein aus der Trennung des Kohlenstoffs vom Sauerstoffe unter Hinzutretung von Hydratwasser** hervorgebracht wird. Die Unrichtigkeit dieser Ansicht geht allein schon aus dem Mischungsverhältniß vieler Pflanzenbestandtheile hervor, welche die Bestandtheile des Wassers nicht in den Verhältnissen enthalten, wie solche in diesem vorkommen.

Ueberhaupt muß ich hier darauf aufmerksam machen, daß es eigentlich eine Thorheit ist, nur immer von der einseitigen Bildung derjenigen Bestandtheile der Pflanzen zu sprechen, in denen der Kohlenstoff eine Hauptrolle spielt, da ich doch in meiner Theorie über die Ernährung der Pflanzen nachgewiesen habe, daß die Stickstoff und die Basen enthaltenden Bestandtheile stets zugleich erzeugt werden; daß die Wechselwirkung zwischen diesen verschieden polarischen Körpern die Kraft des hydro-elektrischen Stroms vermehret und durch sie in ihrer Eigenschaft gestärkt wird.

§. 7.

1. Wenn man in dem Holzsafte und Pflanzensafte gewöhnlich keine Kohlensäure findet, sondern nach den Pflanzen-

arten ganz verschiedene Pflanzensäuren, Gummi und Zucker, so beweiset dieses durchaus noch nicht, daß die Kohlensäure nicht in die Pflanzen geführt werde oder für solche als Nahrung diene.

Will man von der Ansicht abgehen, daß die Kohlensäure zersetzt werde, der Kohlenstoff mit Hydratwasser zusammentrete, um Gummi, Zucker, Stärke u. s. w. zu bilden, und geht man zu der in meinem Werke aufgestellten Zersetzungstheorie durch den hydroelektrischen Strom über, wobei vorzüglich Wasser in seine Bestandtheile zerlegt wird, da sich während der Dauer dieses Stroms der Sauerstoff zum Theil aus den Pflanzen entfernt, der Wasserstoff dagegen, der bei der Endosmose einströmenden Feuchtigkeit zuwendet, so ist es augenscheinlich, daß die Kohlensäure unter Mitwirkung der den Wasserstoff begleitenden Kraft sich sogleich mit diesem verbinden wird, und daraus die angeführten Bestandtheile des Pflanzensaftes gebildet werden, und daß der Saft also bei seiner Fortbewegung wenig oder keine Kohlensäure mehr enthalten kann.

Wir werden ferner finden, daß die verschiedenen Pflanzensäuren, welche aus der Kohlensäure entstanden sind, bei einer umgekehrten Strömung der Dynamide, Gummi, Zucker Stärke u. dgl. liefern. Z. B.:

Treten zu 12 Theilen Kohlensäure 24 Theile Wasserstoff, so giebt es die Formel für 1 At. Zucker und 12 At. Wasser oder 1 At. Gummi und 13 At. Wasser oder 1 At. Stärke und 14 At. Wasser. 8 Theile Kohlensäure und 12 Theile Wasserstoff bilden 1 Theil Aepfelsäure und 8 Theile Wasser; 12 Theile Kohlensäure und 18 Theile Wasserstoff bilden 1 Theil Citronensäure und 13 Theile Wasser; 4 Theile Kohlensäure und 4 Theile Wasserstoff bilden 1 Theil Kleesäure und 3 Theile Wasser; 4 Theile Kohlensäure und 8 Theile Wasserstoff bilden 1 Theil Essigsäure und 5 Theile Wasser u. s. w. So können alle Pflanzensäuren aus Kohlensäure und Wasserstoff gebildet werden; dieses stimmt auch mit der

Erscheinung überein, daß beim Sonnenscheine in den Pflanzen die Pflanzensäuren gebildet werden, viele Kohlensäure absorbirt und viel Sauerstoff ausgeschieden wird.

§. 8.

2. Daß bei dieser Theorie nicht einzusehen wäre, wie sich die Ernährung des Keims von der Ernährung der ausgebildeten Pflanze unterscheidet, ist eine auffallende Behauptung, da doch alle Erscheinungen, welche in diesen beiden Perioden beobachtet sind: die Bedingungen, unter denen ein gutes Keimen der Samen, und die, worunter das Wachsthum der Pflanzen stattfindet, sich direct entgegenstehen. Die eine will Licht, die andere Finsterniß; die eine Sauerstoff, die andere Kohlensäure; die eine reines Wasser oder Alkalien, die andere Salze oder Säuren. Endlich enthält der Same alle Bedürfnisse zur Ernährung des Keims, im concentrirten Zustande um denselben niedergelegt, da doch die Pflanze die Nahrung zu ihrem Wachsthume außer sich suchen muß.

In meiner Pflanzenernährung habe ich nachgewiesen, wie sich das Stärkemehl in Gummi und Zucker, wie sich Gluten in Eiweiß verwandeln, um wieder für die junge Pflanze als erste Nahrung dienen zu können.

3. In §. 7 ist bereits nachgewiesen, welche Bestandtheile des Saftes aus der Verbindung der Kohlensäure mit dem Wasserstoffe des zerlegten Wassers gebildet werden, daher ist es auch natürlich, daß bei einem gesunden Wachsthume der Pflanze in dem Parenchym der grünen Pflanzentheile, wenigstens bei Tage, Kohlensäure nicht gefunden werden kann. Diese kann nur vorkommen, wenn ein ungesunder Zustand, ein Auflösungsprozeß oder ein fehlerhaftes Fortschreiten der Vegetation, stattfindet; oder auch, wie wir später sehen werden, bei der umgekehrten Wirksamkeit der Dynamide während der Nacht.

4. Daß selbst die in Stickgas eingeschlossenen Blätter im Sonnenschein Sauerstoffgas geben, ist eben so natürlich, wenn nur wässerigte Theile in denselben vorhanden sind, welche das Sonnenlicht zersetzen kann. Der Wasserstoff tritt selbst dann mit den übrigen Bestandtheilen des Saftes in mannigfaltige Verbindung.

§. 9.

5. Wenn nun die den Pflanzen zugeführte Kohlensäure durch den Wasserstoff in die verschiedenen Saftsäuren umgewandelt wird, so ist wohl natürlich, daß das Parenchym aller Pflanzen sauer sein muß. Der Grund der sauren Reaction ist bei allen Pflanzen nach den darin gebildeten Säuren verschieden, und kommt also auch nicht von vorhandener Kohlensäure her.

6. Nehmen wir nun an, daß in dem Moment, wenn die Sonne sich entfernt, ein gewisser Ruhestand in der Strömung der Dynamide eintritt: so läßt sich auch für diesen Moment ein Fortschreiten in der Bildung der Pflanzenbestandtheile nachweisen; wovon ich nur beispielsweise aus den kohlenstoffhaltigen Säuren die folgenden anführen will:

a. Zwei Theile **Aepfelsäure** 2 (C 8 H 4 O 8) geben C 16 H 8 O 16, also 1 Theil Holzfaser (C 12 H 8 O 8) und 4 Theile Kohlensäure.

b. Zwei Theile **Citronensäure** 2 (12 H 5 O 11) geben C 24 H 10 O 22. Dazu 12 Theile Sauerstoff aus der Luft geben 1 Theil Holzfaser, 12 Theile Kohlensäure und 2 Theile Wasser.

c. Die **Kleesäure** verbindet sich mit den kohlensauren Basen zum Theil zu unauflöslichen Salzen und scheidet die Kohlensäure aus.

d. Die **Essigsäure.** Wenn diese in den Pflanzen vorkommen kann, so geben drei Theile die Formel für einen Theil Holzfaser, Gummi, Zucker oder Stärke und verschiedene Wasseratome.

Hier wird man bemerken, daß Kohlensäure und Thautropfen aus der Pflanze abgeschieden werden. Wird nun aber vollends der Strom der nächtlichen Dynamide stärker und findet auch dadurch eine Zersetzung in der durch die Wurzel zugeführten Flüssigkeit Statt, so muß die Bewegung eine entgegengesetzte Richtung annehmen, z. B.:

a. Zu 3 Theilen **Aepfelsäure** treten 12 Theile Sauerstoff und bilden 4 Theile Zucker; 12 Theile Wasserstoff bewegen sich mit dem elektrischen Strom aus den Blattspitzen in die Atmosphäre und bilden, selbst bei dem trockensten Zustand der Luft, gleichfalls mit dem Sauerstoff derselben an den Blättern die Thautropfen.*)

b. Wenn dagegen zu 2 Theilen **Citronensäure** 12 Theile Sauerstoff treten, so bildet sich ein Theil Stärkemehl, und der Wasserstoff bildet in dem elektrischen Strom gleichfalls an den Blattspitzen mit dem atmosphärischen Sauerstoff Thautropfen.**)

c. Die **Kleesäure** enthält keinen Wasserstoff, wird also auch keinen Sauerstoff mehr aufnehmen; dagegen wegen ihrer großen Verwandtschaft zum Kalk die Kohlensäure austreiben und sich desselben bemächtigen; die Pflanzen müssen daher, wie die Erfahrung lehrt, unter Bildung der unauflöslichen kleesauren Salze, Kohlensäure ausscheiden.

d. Die **Schleimsäure** giebt, wenn zu 2 Theilen 12 Theile Sauerstoff treten, 1 Theil Gummi, 5 Theile Wasser und 12 Theile Kohlensäure, wobei Ausströmung von Kohlensäure stattfindet.

e. Die **Weinsäure** liefert wieder den Beweis vom Süß-

---

*) Man wird sich zugleich erklären können, woher es kommt, daß die Aepfel im Herbste süß werden.

) Die Eigenschaft **dieser Säure liefert den Beweis zur Erfahrung, daß die Citronen wohl körnig und weniger sauer, aber nie süß werden können; denn wir erhalten bei dieser Umwandlung nie die Formel für Zucker.

werden der Trauben, und zwar in einem südlicheren Klima, wo die nächtliche Dynamide nicht so stark ist; denn bei dieser brauchen nur 6 Atome Sauerstoff zu 3 Aequivalenten der Weinsäure zu treten, um 1 Theil Zucker und 12 Theile Kohlensäure zu bilden.

Dieses wird nun wohl genügen, um zu zeigen, wie alle Erscheinungen, welche der menschliche Beobachtungsgeist gesammelt hat, allein durch die Annahme einer Wasserzersetzung in Verbindung mit den verschiedenen hydro-elektrischen Strömungen zu erklären ist.

Es wird also nicht mehr auffallen, daß die Blätter, welche in Stickgas oder Wasserstoffgas im Dunkeln eingeschlossen werden, in ihrem Parenchym kohlensaures Gas, Stickgas und Wasserstoffgas bilden. Aus dem Vorhergehenden wird gleichfalls hervorgehen, daß man eben so wenig zum Ein- und Ausathmen der Pflanzen seine Zuflucht nehmen dürfe.

§. 10.

7. Also ist die Bemerkung des Prof. **Schultz** sehr richtig, daß die von den Pflanzen ausgehauchte Kohlensäure niemals ein Product des vorher absorbirten Sauerstoffs ist, sondern ohne Sauerstoff von außen, allein aus dem Parenchym (aus dem Safte) der Pflanzen gebildet werde.

Es erklärt sich darnach aus dessen Beobachtung, daß die Blätter auch unter gekochtem und destillirtem Wasser im Finstern eine Menge Kohlensäure bilden.

8. „Mit dieser Thatsache“ (und mit meiner Erklärung) „ist übereinstimmend, daß die von den Blättern im Lichte entwickelte Sauerstoffmenge niemals in Proportion steht mit der vorher im Finstern absorbirten; ferner, daß die im Finstern gebildete Kohlensäure niemals in Proportion steht mit der gleichzeitig absorbirten Sauerstoffmenge.“

Schon oft ist in der Nacht gesehen worden, wie die Elektricität aus den Blattspitzen in Form vieler kleiner Pinsel

strömt. Dieser positive Strom führt, wie bereits angeführt worden, die Wasserstoffatome des zersetzten Wassers mit sich, um sie mit eben so viel Sauerstoffatomen aus der Atmosphäre zu Thautropfen zu vereinigen, zugleich tritt aber auch, wie im vorigen Paragraphen gezeigt worden, frei gewordene Kohlensäure aus den Pflanzen an die Luft.

§. 11.

9. Man wird gesehen haben, daß in gewissen Perioden der Keimung und des Wachsthums das Sauerstoffgas dazu diente, den überflüssigen Kohlenstoff und Wasserstoff aus der Pflanze zu entfernen, und wenn er fehlte, daß dieser Umstand nachtheilig zurückwirkte; obgleich in andern Perioden gerade wieder aus der Kohlensäure und dem Wasser den Pflanzen diese Elemente zu ihrer Ernährung zugeführt wurden. — Eben so gewiß es nun ist, daß wir Menschen nicht im Wasser leben können, wenn wir hinein fallen, sondern ertrinken müssen, obgleich das Wasser als Getränk für uns sehr dienlich ist, so gewiß dient die Kohlensäure auch mit zur Ernährung der Pflanzen. Und doch ist es möglich, daß im Sonnenscheine mit dem Sauerstoff die Pflanzen etwas Kohlensäure ausscheiden, ohne das Gegentheil zu beweisen, dann sowohl wie in der Nacht kann auch eine neugebildete Pflanzensäure sich derjenigen Base bemächtigen, welche durch Kohlensäure im Safte aufgelöset ist, so daß diese Kohlensäure dann sogleich abgesondert und ausgeschieden wird.

10. „Das Begießen der Pflanzen mit kohlensaurem Wasser hat immer nur ein sehr kümmerliches Wachsthum bewirkt. Kohlpflanzen in Kiessand sind auf diese Weise gänzlich verkümmert. Die Annahmen über die fruchtbare Kraft der Kohlensäure sollen bloße Vermuthungen sein, die keine directe Beobachtung jemals bestätigt hat."

Ich kann nur nicht begreifen, wie so gelehrte Männer solche einseitige Versuche anstellen konnten. Wenn es ausge=

macht ist, daß die Pflanzen zu ihrer Ernährung kohlenstoffhaltige, wasserstoffhaltige, sauerstoffhaltige und stickstoffhaltige Nahrung gebrauchen, wie kann man denn erwarten, daß sie gedeihen werden, wenn das eine dieser Elemente weggelassen wird? Es möchte denn sein, daß diese Nahrung durch die Luft oder auf einen andern Weg ohne unser Zuthun hinzukäme. Ist dieses nicht der Fall, begießen wir die Pflanzen mit Wasser, welches **nur** Kohlensäure enthält, so können sie unmöglich freudig wachsen, zumal wenn die Pflanzen dieser Art in ihren Bestandtheilen vielen Stickstoff enthalten. Einen ganz anderen Erfolg habe ich von den verschiedenen Getreidearten, in reinen Kiessand und in unfruchtbare Erde gepflanzt, gehabt, wenn sie auch nur wenig Salpeter zur Nahrung bekamen. Diese Pflanzen wuchsen sehr freudig und gaben eine schöne Quantität Korn, selbst wenn sie nur mit Wasser begossen wurden, welches längere Zeit an der Luft gestanden und aus derselben Kohlensäure aufgenommen hatte. Dieselben Pflanzen im Sande, so wie diejenigen, welche in unfruchtbare Erde gepflanzt waren, mit demselben Wasser begossen, ohne Salpeter empfangen zu haben, brachten gleichfalls verkümmerte Pflanzen und fast gar kein Korn. Der Unterschied im Wachsthum war also allein durch den Stickstoffgehalt der Salpetersäure und durch das Kali, welches der Salpeter enthalten, entstanden.

Versuch I.

In meiner Schrift: die Ernährung und das Wachsthum der Pflanzen pag. 284, habe ich einen Versuch mitgetheilt, welcher damals noch nicht ganz zu Ende geführt war; ich ergreife hier die Gelegenheit, den ferneren Verlauf davon mitzutheilen, weil er sich dazu eignet, den Beweis zu dem so eben Gesagten zu liefern.

Ich hatte, wie gesagt, damals in zwei Töpfe, welche beide mit reinem Bergsand gefüllt waren, in jeden 1 Korn

Waizen, 1 Korn Roggen, 1 Korn Gerste und 1 Korn Hafer gepflanzt. Die Töpfe wurden beide mit fließendem Wasser, aus dem See bei meinem Hause, begossen, welches nach einer von mir angestellten Untersuchung mit Kohlensäure geschwängert ist. Der eine dieser Töpfe hat etwas Salpeter erhalten, der andere nicht. Diejenigen Pflanzen, welche etwas Salpeter bekommen hatten, zeichneten sich, wie auch schon angeführt ist, vor den andern sehr vortheilhaft aus, und brachten hübsche vollständige Pflanzen. Der Hafer bekam 20, die Gerste 18 ausgewachsene Körner; das Gewicht dieser beiden Pflanzen war, scharf getrocknet, 38 Gran. Bei den Pflanzen, welche keinen Salpeter bekommen hatten, bekam der Hafer nur 5 und die Gerste nur 7 Körner, welche gleichfalls scharf getrocknet 10 Gran wogen. Hierbei stellte sich nun heraus, daß das Wasser, welches zum Begießen genommen war, noch genug Stickstoff enthalten hatte, daß daraus die Aussaat sich versechsfachen konnte, daß aber die Zuthat von etwas Salpeter den Ertrag über 3 mal stärker gemacht hatte.

Bei den Waizen- und Roggenpflanzen fand noch ein größerer Unterschied Statt. Diejenigen Pflanzen, welche keinen Salpeter bekommen hatten, blieben winzig klein, verkümmerten und starben endlich ab; der Waizen mit Salpeter bildete sich dagegen vollständig aus, die Pflanze schien aber doch nicht den reinen Sand vertragen zu können, bekam einen pilzartigen Ausschlag, worauf wir noch wieder bei andern Versuchen zurückkommen werden, und starb; die Roggenpflanze dagegen, obgleich sie nur immer, neben dem Salpeter, mit dem reinen fließenden Wasser begossen wurde, trieb 3 große starke Triebe, so gut man diese selbst in fruchtbarer Erde nur wünschen kann, und würde einen sehr guten Ertrag gegeben haben, wenn sie nicht vor der Reife durch Unvorsichtigkeit eingeknickt worden wäre.

Bei dieser Gelegenheit führe ich noch den endlichen Erfolg des andern, in meinem angeführten Werke pag. 283 mitgetheilten Versuchs an.

Versuch II.

Obgleich es nur unfruchtbare Erde war, in welche die Waizen- und Gersten-Körner gepflanzt waren, und obgleich diese Pflanzen resp. neben dem Salpeter auch mit demselben Wasser begossen wurden, welches zum Begießen des eben angeführten Versuchs genommen war, so muß die unfruchtbare Erde, in welcher diese Pflanzen gewachsen sind, doch im Ganzen ein besseres Mischungsverhältniß der anorganischen Bestandtheile gehabt haben, um das freudigere Wachsen derselben veranlaßt zu haben.

Die Mittheilung an der angeführten Stelle, welche ich über diesen Versuch gemacht habe, fand schon Statt, als das Korn noch nicht ganz reif war. Die Körner mußten aus diesem Grunde auf dem Halm, und zwar sehr vorsichtig, gezählt werden; es konnte also leicht eine kleine Irrung dabei vorfallen. Jetzt sind sie ausgerieben, gezählt und gewogen, das Resultat ist kurz folgendes:

Die drei Gerstepflanzen in unfruchtbarer Erde waren noch so weit nachgereift, daß sie 74 Körner brachten, welche 53 Gran wogen, und deren Stroh 79 Gran wog; drei Gerstepflanzen, welche mit Buchenasche gedüngt waren, brachten 34 Körner, welche 23 Gran wogen und deren Stroh 56 Gran wog.

Drei Gerstepflanzen, welche etwas Salpeter bekommen hatten, haben dagegen 215 Körner von 163 Gran Gewicht und 285 Gran Stroh gebracht.

Die drei Waizenpflanzen, welche nichts bekommen hatten und auf derselben unfruchtbaren Erde gewachsen waren, haben 31 Körner Waizen zu 21 Gran Gewicht und 40 Gran Stroh gebracht. 2 Waizenpflanzen, welche mit Buchenasche gedüngt waren, haben nur 21 reife Körner gebracht, welche 8 Gran wogen und deren Stroh 50 Gran wog.

Zwei Waizenpflanzen, welche etwas Salpeter bekommen hatten, haben dagegen gebracht: 225 Körner, welche 160 Gran wogen, und 240 Gran Stroh.

Zur besseren Uebersicht werde ich diese angeführten Versuche zusammenstellen, um daraus für die Kohlensäuretheorie eine Nutzanwendung zu ziehen.

a. In reinem Bergsand gewachsen, brachte:

1 Korn Hafer = 5 Körner;

1 Korn Gerste = 7 Körner.

b. In reinem Bergsand, **mit etwas Salpeter,** brachte:

1 Korn Hafer = 20 Körner;

1 Korn Gerste = 18 Körner.

Der Ertrag von a. war dem Gewichte nach 10 Gran, und von b. 38 Gran.

c. In unfruchtbarer Erde gewachsen, nur mit fließendem Wasser begossen, brachte:

1 Korn Gerste: 25 Körner; Gewicht der Pflanze 44 Gran;

1 Korn Waizen: 10 Körner; Gewicht der Pflanze 20 Gran.

d. In fruchtbarer Erde, wenn neben dem fließenden Wasser etwas Buchenasche gegeben wurde, brachte:

1 Korn Gerste: 11 Körner; Gewicht der Pflanze 26 Gran.

1 Korn Waizen: 6 Körner; Gewicht der Pflanze 34 Gran.

e. In unfruchtbarer Erde gewachsen, wenn neben dem fließenden Wasser etwas Salpeter gegeben wurde, brachte:

1 Korn Gerste: 72 Körner; die Pflanze wog 149 Gran.

1 Korn Waizen: 112 Körner: die Pflanze wog 200 Gran.

Nebenerscheinungen.

a. Wenn sich auch einige Körner gebildet hatten, so waren diese doch im Verhältniß zu der Aussaat und zu den übrigen sehr leicht.

b. Die Körner dieser Pflanzen waren schon viel vollständiger.

c. Die Waizenkörner aus diesem Versuche hatten das schönste Ansehen.

d. Der Versuch mit der Asche hatte bei dem Waizen größere Pflanzen gegeben, als welche keine Asche bekommen, wovon aber die eine nicht reif werden wollte, also auch keine Körner ausgebildet hatte, daher müßte eigentlich der Ertrag von der einen Pflanze, also das 11te Korn, gerechnet werden.

e. Die Körner von der Gerste waren gut; die Körner ves Waizens waren sehr glasig; alle Pflanzen dieses Versuchs durchschnittlich bei Weitem die größten.

Nutzanwendung.

Aus allen diesen Versuchen geht nun hervor, daß das fließende Wasser, welches etwas wenig Kalk und viele Kohlensäure nebst einigen unbedeutenden andern Bestandtheilen enthält, sowohl bei den Pflanzen im Sande, als uuch bei denen in der unfruchtbaren Erde, das Wachsthum fördern konnte; daß die beigemischten Bestandtheile aber nicht ausreichten, recht kräftige Pflanzen hervorzubringen. Etwas Salpeter hinzugegeben, beförderte bei allen den Versuchen **sehr** das Wachsthum. Wenn nun die Salpetersäure des Salpeters zur Eiweiß- und Glutenbildung die Mittel enthält, und dadurch die Fähigkeit der Pflanzen zur Assimilation der Kohlensäure, welche theils das Wasser, theils die Luft enthält, vermehrt wird: so hat bei dem Waizen die auf die angeführte Weise empfangene Kohlensäure nicht ausgereicht, damit aus derselben eine erforderliche, dem Gluten entsprechende Menge Stärkemehl gebildet werden konnte.

Wir werden später öfter Gelegenheit haben, diese Beobachtung zu wiederholen, und sehen, daß mehr combinirte Mittel zur Erreichung eines guten Wachsthums angewendet werden müssen.

§. 12.

11. „Es wird angeführt, daß 100 Kubikzoll Dammerdewasser, nach **Saussure**, nur 2 Kubikzoll kohlensaures Gas geben. Die Voraussetzung also, daß sich die ganze Dünger-

und Dammerdesubstanz durch Gährung in Kohlensäure auflöse, sei durchaus irrig."

Vergleichen wir hiermit die Versuche und Beobachtungen, welche **Thaer** und **Einhof** über die Veränderungen, welche der Dünger bei seiner Zersetzung erleidet, angestellt haben, so werden wir uns überzeugen, daß sich aus dem Dünger während der ganzen Dauer der Zersetzung, unter Mitwirkung der atmosphärischen Luft, fortwährend eine große Quantität Kohlensäure bildet. Diese Kohlensäure verflüchtigt sich aber sowohl, wie die Salpetersäure, das Ammoniak und das Kohlenwasserstoffgas (die beiden letzteren Gasarten bilden sich vorzüglich, wenn kein Sauerstoff hinzukommt), sobald sie nicht durch ein anderes Mittel aufgefangen wird.

Bei diesen Versuchen war der ganze Sauerstoffgehalt welcher unter der Glocke eingesperrt worden, immer in Kohlensäure umgewandelt.

12. Die Ausscheidung der keimenden Pflanze von Kohlensäure kann auch keinen Beweis liefern gegen diese Theorie; denn nicht nur die Gründe, welche zu §. 8 von mir angeführt sind, werden den Beweis liefern, sondern auch der wichtige Umstand, daß in dem Samen erst eine Zurückbildung eintreten muß, ehe das zur Ruhe gegangene Leben wieder in **die** Thätigkeit gebracht wird, welche der Mutterpflanze innewohnte, als sich dieses Samenkorn bildete.

§. 13.

13. „Da die Humussubstanz und der Dünger außer Kohlenstoff immer noch Wasserstoff, abgesehen von dem Stickstoff, enthält, so kann sie unmöglich durch Sauerstoffgas gänzlich in Kohlensäure aufgelöset werden."

Die von **Thaer** und **Einhof** angestellten Versuche haben ergeben, daß bei der Zersetzung des Düngers, je nach Umständen, ob Sauerstoff vorhanden ist oder nicht, dieser sich mit dem Stickstoff zu Salpetersäure und mit dem Kohlenstoff zu

Kohlensäure, oder der Wasserstoff des Wassers sich mit dem Stickstoff zu Ammoniak und mit dem Kohlenstoff zu Kohlenwasserstoff verbindet.

14. „Durch die Theorie der bloßen Kohlensäure-Zersetzung wird die Entstehung fast aller Stoffe in der Pflanze unerklärlich, weil diese Stoffe sämmtlich, außer Kohlenstoff und Sauerstoff, noch Wasserstoff enthalten.“

Nach der **Berthollet**schen Theorie der Wasserzersetzung, welche mit der Erklärung nach **Berzelius** in seinem Lehrbuch der Chemie über den hydro-elektrischen Strom übereinstimmt; nach dessen Mittheilung über die Eigenschaft der verschiedenen Dynamide (der Elektricität, des Magnetismus, des Galvanismus, des Lichts und der Wärme), in einander übergehen zu können, und endlich nach meiner Anwendung dieser Lehre auf das Sonnenlicht und auf das Leben der Pflanzen, lassen sich, wie in den vorhergehenden §§. gezeigt ist, alle Erscheinungen und Beobachtungen, welche man über diesen wichtigen Gegenstand gesammelt hat, erklären.

Wenn nun auch vom Prof. **Schultz** behauptet wird: „die Annahme einer Wasserzersetzung durch die Pflanze ist längst als irrig widerlegt,“ so kann ich diese Behauptung durchaus nicht als richtig anerkennen. Manche Erscheinungen hat man schon in den Erfahrungswissenschaften für unrichtig gehalten und als irrig verworfen, welche später, als die Forschungen weiter drangen, doch ihr Recht behauptet haben. So wird es auch hiermit gehen. Muß der Herr Professor doch selbst einräumen, daß aus den Pflanzen unter Stickstoff sowohl, wie im Dunkeln, Wasserstoff ausgeschieden wird.

Das Raisonnement, daß nach **Saussures** Wasserverdichtungs-Theorie in den Pflanzen nichts als Kohlensäurehydrate sein können, (sollte wohl heißen Kohlenstoffshydrate) findet daher nur auf die einseitige Zersetzung der Kohlensäure Anwendung.

Der mächtige Einfluß des Sonnenlichts war schon früher erkannt. Die Analogie des zerlegten Lichts mit dem Galva-

nismus; seine Eigenschaft, in Wärme übergehen zu können; der sehr wahrscheinliche Umstand, daß das Licht und die Wärme ebensowohl in Elektricität übergehen können, als es ausgemacht ist, daß die Elektricität sich in Licht und Wärme verwandeln kann, und das Factum, daß die Wärme die Elektricität in ihrer Kraft verstärkt; ferner die Eigenschaft aller Elemente in ihrer verschiedenen Polarität; die darauf begründete Anziehung und Abstoßung derselben, die Eigenschaft des hydro-elektrischen Stroms, gleichnamige Atome in seiner Bewegung mit sich fortführen zu können, und endlich, wie bereits von mir angeführt worden, die Auflösung so vieler Räthsel, berechtigt mich zu der Annahme der Wasserzersetzung durch eine Thätigkeit in der Pflanze, welche ihre Eigenschaft nicht allein der Contactwirkung der verschieden polarischen Atome, sondern im erhöheten Grade dem mächtigen Einfluß des Sonnenlichtes verdankt. Diese Thätigkeit habe ich ich wegen ihrer Aehnlichkeit mit dem hydro-elektrischen Strome, nach diesem benannt.

15. Sehr richtig finde ich die Ansicht, daß viel Ammoniak in Verbindung mit Humussäure im Ackerboden vorkommen und noch an andere Pflanzensäuren gebunden sein könne; daß das Ammoniak nicht erst durch Schwefelsäure im Boden zurückgehalten zu werden brauche und daß die Schwefelsäure selbst leicht nachtheilig werden könne; muß aber hier zugleich noch einmal auf die Bildung der Salpetersäure aus dem Dünger, welcher nach **Thaer's** und **Einhof's** Experimenten erwiesen ist, und welche ich selbst bestätigt gefunden habe, aufmerksam machen.

Wenn aber behauptet wird: „Die Ableitung des Ammoniaks der Pflanzen aus der Luft sei also völlig unnütz und stimme mit den bekannten zuerst von **Tessier** und **Hermbstädt** festgestellten Erfahrungen über die Einwirkungen der verschiedenen Düngerarten auf die Bestandtheile der darauf gebauten Früchte durchaus nicht überein, weil man hieraus sehe, daß in der That das Ammoniak der Pflanzen allein aus

dem Dünger des Bodens stamme, so möchte ich fragen: Woher kommt denn der Stickstoffgehalt in allen Pflanzen, welche nie Dünger bekommen, noch bekommen haben? Sie enthalten alle Stickstoff, freilich die eine viel, die andere wenig; ganz ohne Stickstoff kann wohl keine wachsen. Diejenigen, welche viel enthalten, bedürfen eines gut gedüngten Bodens, viele der andern wachsen auf dem sterilsten Boden und gedeihen doch gut, obgleich sie nie gedüngt sind. Darin liegt grade der Unterschied der von uns cultivirten und der wildwachsenden Pflanzen. Freilich giebt es auch einige, die wild wachsen und vielen Stickstoff enthalten, ohne daß sie gedüngt sind, es können aber bereits an diesen Stellen durch Thiere oder sonst zufällig, große Massen stickstoffhaltigen Düngers zusammengehäuft sein, oder sie müssen auch von dem lieben Gotte die Eigenschaft erhalten haben, wie nach **Boussingault** die Hülsenfrüchte, den Stickstoff aus der Luft binden zu können.

Daß nun gar die Ableitung des Ammoniaks aus der Luft völlig unnütz sei, ist eine Behauptung, worin gewiß kein Landmann, der Einsicht von der Sache hat, mit einstimmen wird. Es ist genug Klage, daß der Dünger nicht ausreiche, Experimente werden gemacht in Menge, um die Wirksamkeit zu vermehren; die Intelligenz baut die schönsten Systeme auf zur Vermehrnng von aussen; Fleiß und Sorgfalt werden täglich darauf verwandt. Und alle diese Mübe, dieses Streben sollte nutzlos sein? — Ein trauriger Spruch, wobei der größte Trost der ist, das er unrichtig! —

Sollten wir uns allein mit den Abfällen bei der Landwirthschaft begnügen müssen, sollte uns durch die Luft nicht von allen Producten unseres Landes, welche alljährlich ausgeführt werden; von den vielen verbrannten und verzehrten Producten, wovon der Dünger oft in Strömen und Flüssen weggeführt wird, ein großer Theil in den Wolken, in der Kohlensäure, im Ammoniak, in der Salpetersäure u. s. w. wieder zugeführt werden, dann adieu Landwirthschaft, Kultur, Fleiß,

Production und Ernährung; dann könnten wir bald nachreisen, den fremden Dünger wieder zu holen oder auch alle die große Reise antreten, von der Niemand wieder zu Hause kommt.

Doch zum Troste sei es gesagt: Es ist kein leeres Wort, der Landmann kann es üben in der Praxis, und sollte er auch überall Verstöße machen, so wird die Natur ihn nie ganz im Stiche lassen. — Freilich ein großer Unterschied, wie man es anfängt, wie man es treibt!

16. Daher hier denn auch wieder die einleitenden Worte: „Aus allem diesen zusammen genommen sieht man, wie es eben so irrig ist anzunehmen, daß **aller** Kohlenstoff, als daß **aller** Stickstoff der Pflanzen aus der Luft stammt u. s. w." Wie denn auch gewiß kein verständiger Mensch eine solche Behauptung aussprechen wird.

Die neuen Versuche des Prof. Schultz.

Veranlassung.

§. 14.

Nach Beantwortung der obigen vergleichenden Betrachtungen ergiebt sich, daß die vom Prof. **Schultz** angefochtenen Theorien und Grundsätze durchaus nicht umgestoßen sind, daß viele bleiben können und andere nur einer kleinen Abänderung bedürfen, um die bisherige Anerkennung im erhöhten Grade zu verdienen. Sollte es sich auch noch viel mehr bestätigen, „daß alle Lebenssäfte der Pflanzen sauer sind, die Säure aber niemals Kohlensäure ist," so können wir doch nicht einräumen, daß bei der Kohlensäure-Ernährungs-Theorie der wahre Gang der Natur gänzlich verfehlt sei. Wenn auch „alle Pflanzentheile saure Stoffe enthalten, unter denen aber alle möglichen vegetabilischen Säuren, nur keine Kohlensäure, sich vorfanden," so ist es mir viel wahrscheinlicher, wie ich theils gezeigt habe, theils noch zeigen werde, daß diese vege-

tabilischen Säuren entweder erst in den Pflanzen oder doch wenigstens in unmittelbarer Berührung mit ihren Wurzeln, gebildet werden.

Daher glaube ich, daß die nachfolgenden Versuche, so interessant und lehrreich sie auch sind, nicht durchaus nothwendig gewesen wären, um die wahre Pflanzenernährung auszumitteln; sie haben indessen viel Gutes, wenn nur die Nutzanwendung abgeändert wird, und tragen zugleich dazu bei, mehre negative Beweise zu liefern, welche für jede Erfahrungswissenschaft einen großen Werth haben.

§. 15.

Es ist nicht allein die Bestimmung der Pflanzen, daß sie aus der ihnen gereichten Flüssigkeit möglichst viel Sauerstoffgas entwickeln, sondern sie sollen auch wachsen und Producte liefern. Ob dieses nun erreicht wird, wenn wachsende Pflanzen mit den sauren Salzen, welche Prof. **Schultz** zu seinen Versuchen angewandt hat, ernährt werden, war mir gleich zweifelhaft, und diese Zweifel sind auch durch die Art der Versuche, welche ich mit seiner wahren Pflanzenernährung angestellt habe, bestätigt worden.

Die Bemerkung soll hier nur noch gemacht werden, daß die Erscheinungen bei den Versuchen des Prof. **Schultz** sich noch auf ganz andere Weise erklären lassen, ohne damit dem weiteren Verlaufe vorzugreifen.

Weise der Experimente.

§. 16.

Im Ganzen will es uns erscheinen, als ob die Prüfungen der bei den Experimenten hervorgegangenen Resultate für die Wichtigkeit des Gegenstandes etwas leicht genommen sind, auf die Sache selbst soll hier indessen nicht weiter eingegangen werden, weil wir doch einsehen werden, daß die

Schlußfolgerungen nicht mit dem Resultate bei dem wirklichen Wachsthume der Pflanzen übereinstimmend sind.

Die einzelnen Versuche können hier eben so wenig geprüft werden, wir werden deshalb im Allgemeinen folgende drei Fragen zu beantworten suchen:

1) Welche Versuche sind angestellt worden?

2) Was war das Resnltat der Versuche?

3) Wie läßt sich dieses erklären?

1. In gleichmäßige Glascylinder sind abgeschnittene beblätterte Zweige von verschiedenen Pflanzen gelegt, die Cylinder sind mit gekochtem und destillirtem Wasser gefüllt und verschiedene Flüssigkeiten, Säuren und Auflösungen von Salzen und sauren Salzen hinzugeschüttet. Die Gasarten, welche sich aus diesen Aufgüssen oder den darin befindlichen Pflanzen bei Sonnenschein und im Dunkeln entwickelt haben, sind aufgefangen und sowohl diese, wie die Flüssigkeiten nachher summarisch untersucht.

Richtiger wäre es allerdings wohl gewesen, um zu einem vollständigen Resultat zu gelangen, wenn die Versuche mit vollständigen Pflanzen und den Flüssigkeiten, deren Einfluß auf die Vegetation beobachtet werden sollte, angestellt worden wären. Man hätte dann zugleich untersuchen können, welcher Art die neugebildeten Pflanzentheile gewesen wären; auch hätte man das ganze Gedeihen der Pflanzen beobachten können. Der geehrte Herr Verfasser hat indessen diese Art Versuche zu schwierig gefunden, hat auch nicht den einmal auf diese Weise gemachten Versuch angeführt, sondern sich nur im Allgemeinen geäußert, daß dabei ganz dieselben Resultate erhalten werden.

Wirkung der vegetabilischen Säuren.

§. 17.

2. Das Resultat der angestellten Experimente des Prof. **Schultz** ist kurz zusammengenommen, wie nebenstehende Tabelle zeigt, im Auszuge folgendes:

z.
ige

;

es

dur

; d

z.

ar
ine
i ei

)².

W

Kbz
nde

salz
flö
nde

1 l

§. 18.

Drücken wir nun diese Resultate der Experimente in Worten aus, so ergiebt sich zusammengenommen folgende Schlußfolge:

a. Werden Neutralsalze in Wasser aufgelöset, in diese Auflösung frische Pflanzenblätter gelegt und der Sonne ausgesetzt, so findet keine Gasentwicklung Statt.

b. Werden Säuren mit Wasser verdünnt, darin frische Pflanzenblätter gelegt und dem Sonnenlichte ausgesetzt, so findet abwechselnd Gasentwicklung Statt, oder nicht. Dieser Unterschied scheint sich entweder nach der Art der Blätter, nach dem Verdünnungsgrad oder nach der Art der Säure zu richten.

c. Wird zu den verdünnten neutralen Salzlösungen noch etwas Säure gesetzt, so daß die Flüssigkeit sauer reagirt, und werden frische Pflanzenblätter hineingelegt und der Sonne ausgesetzt, so findet eine sprudelnde Gasentwicklung Statt.

d. Im hellen Sonnenscheine ist die Gasentwicklung am stärksten und besteht aus Sauerstoffgas mit ganz wenig Kohlensäure gemengt; so wie der Sonnenschein mit bedeckter Luft abwechselt und weniger hell wird, nimmt auch die Gasentwicklung ab, und werden dem Sauerstoff andere Gasarten beigemengt, welche aus Kohlensäure und Wasserstoff bestehen. Letztere in dem Verhältnisse stärker, worin die Dunkelheit zunimmt, pag. 81 und 82.

e. Die mineralischen Säuren geben das reinste Sauerstoffgas.

f. Humusdekokt und Zuckerlösung verhalten sich wie die Säuren.

g. Dammerdedekokt, worin Kuhmist verfault, bei sonnenhellem Wetter wenig mit Kohlensäure verunreinigtes Oxygengas; an bewölkten Tagen mit Kohlensäure vermengte atmosphärische Luft, an ganz trüben Tagen reine Kohlensäure.

§. 19.

Diese Erscheinungen liefern uns den Beweis, daß eine Zersetzung der Bestandtheile stattfindet, wenn Säuren, Salze u. s. w. mit Wasser verdünnt werden, und hierin frische Blätter gelegt und in die Sonne gestellt werden, ja selbst, wenn sie darin **im Dunkeln** liegen.

Daß diese Zersetzung nicht allein eine Anziehung oder Abstoßung der in den Pflanzen gebildeten Substanzen mit der umgebenden Flüssigkeit ist, beweiset das verschiedene Verhalten bei Sonnenschein, bedeckter Luft und Dunkelheit. Es geht namentlich daraus hervor, daß das Licht dabei eine sehr wichtige Rolle spielt, daß die Wirkung desselben selbst noch einige Zeit nach Entfernung desselben, freilich ganz verschieden, fortwirkt.

Und doch stellt sich die Sache ganz anders und wird die Wirkung der Flüssigkeiten ganz verschieden sein und zu verschiedenen Resultaten führen, je nachdem man sich zu diesen Experimenten der ganzen wachsenden Pflanzen oder abgeschnittener Theile derselben bedient.

§. 20.

Ein ganz anderes Verhältniß ist es, ob die Pflanze in einem gedeihlichen Zustande fortbesteht, ob Feuchtigkeit, Nahrung, Wärme, Licht und Dunkelheit darauf einwirken und immer neue Bildungen aus den bewirkten Zersetzungen hervorgehen, welche wieder auf die Nahrung, welche von Neuem hinzugeführt wird, fortwirken können; ob die Pflanzen von atmosphärischer Luft umgeben und unmittelbar von den Sonnenstrahlen getroffen werden; ein anderes wiederum, ob man Pflanzentheile in eine Flüssigkeit legt, wodurch erst das Licht dringen muß, wodurch solches wahrscheinlich schon die erwärmende Kraft für die Pflanzen verliert, bevor es die grüne Oberfläche der Blätter trifft. Wenn die Pflanzentheile abgeschnitten sind und also nur noch nothdürftig die Functionen

der lebenden Pflanze verrichten, weil sie durch das Abschneiden schon dem Tode und einem Zustande der Auflösung entgegengeführt werden, so kann die Wirkung nicht dieselbe sein, so muß das Resultat ein anderes werden.

§. 21.

Aus diesem Grunde kann auch nicht die Nutzanwendung des Professors **Schultz** eine richtige sein. Findet, wie die Erfahrung lehrt, auch bei einem gedeihlichen Wachsthum der Pflanzen eine starke Sauerstoffentwicklung Statt, wenn die Sonne scheint, so können wir wohl sagen, zu einem guten Gedeihen bei hinlänglicher Nahrung finde eine Zersetzung Statt, wobei Sauerstoff überflüssig wird; wir können aber nicht sagen, wenn Sauerstoff bei Sonnenschein entwickelt wird, so haben die Pflanzen die wahre Nahrung und **so wachsen sie**.

Vergleichen wir mit dem Resultate der übrigen Experimente das ad No. 33 angestellte, so liegt schon darin ein großer Widerspruch für die Nutzanwendung, welche der Herr Professor **Schultz** aus denselben auf die Ernährung der Pflanzen gezogen hat.

Es ist gewiß jedem praktischen Landmann bekannt, daß Ackerboden, auf welchem Kuhmist verfault ist, für die Pflanzen, wenigstens für die landwirthlichen Culturpflanzen, einen sehr nahrhaften Standort giebt, daß dieser die Bedürfnisse derselben im Allgemeinen befriedigen kann. Und doch hat der Extract aus **diesem** Boden, nach der Theorie, welche hier angenommen wird, das ungünstigste Resultat geliefert. Hier sieht man schon, daß etwas gefehlt haben muß, vielleicht die vorbereitende Kraft der Wurzeln, daß die künstliche Zusammenstellung und Lage nicht ausreichte, daß die ganzen lebenden Pflanzen in ihrem Verhalten sich anders zeigen.

Aehnlich wie die Kohlensäure bei meinen bisherigen Versuchen in Verbindung mit Salpeter das günstigste Wachsthum bewirkt hat, da doch der Herr Professor aus seinen Experi-

menten den Schluß zieht, daß sie nicht zur Pflanzennahrung dienen könne.

§. 22.

Es hat schon die Erfahrung gelehrt, daß den lebenden Pflanzen die Nahrung, welche ihrer innern Beschaffenheit gar zu ähnlich ist, oft gar nicht nützt und daß diese gewöhnlich erst wieder zersetzt werden muß, bevor sie als Nahrung dienen kann.

So muß in dem Samen das Stärkemehl erst in Gummi, der Gluten in Eiweiß ꝛc. zurückgeführt werden; so fand die stärkere Gasentwicklung erst am folgenden Tage bei Zuckerlösung und Humusdecoct Statt, nachdem am ersten Tage in der Flüssigkeit Säure gebildet war. Selbst ganze Pflanzen müssen erst faulen oder verwesen, wenn sie wieder zur Pflanzennahrung werden sollen.

§. 23.

Kommen nun auch in den lebenden Pflanzen die verschiedenartigsten Säuren vor, dienen solche auch zur Bildung ihrer festen Bestandtheile und zu ihrem Wachsthum, so ist doch noch immer nicht damit gesagt, daß diese Säuren von außen gegeben, ihnen eben so dienlich sind. Ja es ist vom Schöpfer gewiß die weise Einrichtung getroffen, daß die Säuren sich bestreben, mit den Basen der Ackererde in Salzverbindungen einzugehen, daß diese Salze im Wasser größtentheils löslich sind, damit zugleich mit ihnen diese den Pflanzen zugeführt werden.

Namentlich spielt die Kohlensäure hierbei eine wichtige Rolle, da diese oft doppelt vorhanden sein muß, um die Basen löslich zu machen, z. B. kohlensaurer Kalk, durch Kohlensäure in Wasser aufgelöst wird. Dabei ist sie so milde und läßt die Basen bei der leisesten Berührung einer andern Säure wieder fahren, ja selbst schon bei einer Berührung mit warmer Luft. Gerne will ich einräumen, daß die Kohlensäure, womit das Wasser an der Luft geschwängert wird, und welche immer der

Regen enthält, allein nicht ausreiche, um bei allen Pflanzen die kohlenstoffhaltigen Bestandtheile zu bilden, obgleich diese bei vielen Pflanzen genügen muß, und daß das Regenwasser aus den humosen Bestandtheilen der Ackerkrume diesen Gehalt an Kohlensäure und kohlensauren Salzen noch vermehren muß, um ein gutes Resultat zu liefern. Weil mehr davon vorhanden sein muß, kann auch nicht der Regen allein ausreichen, um guten schönen Waizen zu liefern, von dem die Müller, ohne chemische Kenntnisse zu besitzen, behaupten: daß er zu wenig Kohlenstoff enthalte. (Hierunter soll verstanden sein „Stärkemehl.")

§. 24.

Aus den Experimenten des Herrn Professor **Schultz** geht noch ferner eine Zersetzung derjenigen Auflösungen, welche im Safte der Pflanzen vorkommen, unter Einwirkung des Sonnenlichtes, hervor. Es frägt sich nur noch, ob diese Zersetzung wirklich nach seiner Annahme ein Desoxydationsprozeß ist, oder eine Wirkung der andern Dynamide, welche sich, nach meiner Theorie, in der Pflanze aus dem Sonnenlichte erzeugt.

Bei der Eigenschaft des hydro-elektrischen Stroms, diejenigen Verbindungen, welche am schwächsten sind, zuerst zu trennen, die bei einer Verstärkung seiner Kraft zunimmt, so daß zuletzt keine chemische Verbindung mehr ungetrennt bleibt, bei dieser Eigenschaft ist der Umstand wohl zu beachten, daß zusammengesetzte Körper organischen Ursprungs, die in einer großen Anzahl von Atomen drei oder vier einfache Grundstoffe miteinander enthalten, in Lösungen von Wasser besser der Zersetzung durch den elektrischen Strom widerstehen, als unorganische Verbindungen, so daß das Wasser allein zersetzt wird.

§. 25.

Hierin liegt grade die weise Einrichtung des Schöpfers, daß die einmal gebildete Pflanzensubstanz nicht so leicht wieder zersetzt wird, daß die Theile, welche sich einmal aus den Säften

der Pflanze zur Pflanze gebildet haben, der ferneren Einwirkung der Dynamide kräftig widerstehen.

§. 26.

Berücksichtigen wir dabei, daß mit der Zersetzung des Wassers und Vereinigung des Sauerstoffs und Wasserstoffs zu Wasser ein großer Theil der Bildungsgeschichte der Pflanzentheile erklärt wird, so sehen wir deutlich, wie wichtig dieser Umstand für das ganze Pflanzenleben sein muß.

Einige Beispiele werden dieses erläutern, wobei wir die angeführten Experimente des Professors **Schultz** zu Grunde legen.

No. 3. Zu 6 Theilen Essigsäure = C 24 O 18 H 18 treten 17 Theile Wasserstoff des Wassers; so bilden sich wieder 17 Theile Wasser, 17 Theile Sauerstoff werden entbunden und es bleibt die Formel für Kornöl: 24 At. Kohlenstoff, 17 At. Wasserstoff und 1 At. Sauerstoff nach **Mulder**; die Säure ist verschwunden.

No. 5. Die Weinsäure hat bei sehr starker Verdünnung von $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{10}$ p. C. nur wenig Sauerstoff gegeben; bei No. 7, 8, 9 und 10 mehr.

Treten zu zwei Theilen Weinsäure (C 16 H 8 O 20) 4 Theile Wasserstoff aus dem Wasser, so bildet sich 1 At. Zucker; 4 At. Kohlensäure und 4 At. Sauerstoff werden frei. Da nun bei fortgesetztem Experimente die Kohlensäure durch neu hinzugetretenen Wasserstoff sich gleichfalls, wie wir gesehen haben, in Pflanzensubstanz verwandelt, wobei Sauerstoff frei wird, so richtet sich darnach die verschiedene Quantität des frei gewordenen Sauerstoffs und der Kohlensäure.

Diese Erklärung stimmt auch mit der Erfahrung überein, und darf ich nur an die Süße der Trauben im sonnenreichen Sommer und an den moussirenden Champagner erinnern.

Eben so, wie wir in den beiden angeführten Beispielen gesehen haben, ist es allen Pflanzensäuren möglich, unter

Mitwirkung des Wasserstoffs in Bestandtheile der Pflanzen überzugehen.

Die Aepfelsäure besteht aus C 8 H 4 O 8; treten zu drei Theilen derselben 12 Theile Wasserstoff (C 24 H 12 O 24), so haben wir Zucker, Gummi, Stärke oder Holzfaser nebst verschiedenen Theilen Wasser, wobei immer 12 Theile Sauerstoff frei werden.

Die Citronensäure besteht aus C 12 H 5 O 11; treten 6 Theile Wasserstoff hinzu, so können wohl Gummi, Stärke, Holzfaser und Wasser, aber kein Zucker gebildet werden, wobei immer 6 Theile Sauerstoff frei werden.

Bei allen diesen angeführten Umwandlungen wird die Säure des Saftes, also auch der Flüssigkeit, worin die Blätter sich befinden, verschwinden.

Wirkung des Humusdecocts und des Zuckers.

§. 27.

Früher haben wir gesehen, daß Zucker, Gummi und Stärke sich in verschiedene Säuren verwandeln können; der Humus wegen seiner Aehnlichkeit mit diesen vermag dasselbe, und so haben wir auch gesehen, wie die Auflösungen und Decocte am ersten Tage nie so viel Gas entwickeln, wie an den folgenden Tagen, nach dem sich darin erst Säure gebildet hatte.

Da nun der nächtliche negative Strom der Dynamide durch die Wurzeln in die Erde dringt, und dieser Strom auch Sauerstoffatome mit sich führt, welche mit den Bestandtheilen des Humus verschiedene Säuren bilden, so ist es natürlich, daß die Pflanzen scheinbar saure Excremente absondern.

Nach der eigenthümlichen katalytischen Thätigkeit jeder Pflanzenart strömen also nächtlich die jedesmal besonderen negativen Atomgruppen durch die Wurzel in die Erde, treten mit den in Zersetzung begriffenen Ueberresten des abgestorbenen

Organismus zusammen, bilden eigenthümliche Säuren, welche sich mit den Basen der Ackerkrume zu Salzen verbinden, sich in Wasser auflösen und in jede Pflanzenart als ihr dienlicher Nahrung wieder eindringen.

Ist der Humus den Pflanzen in dieser veränderten Form zugeführt, sei es nun als Kohlensäure oder als irgend eine andere Säure, ist das Ammoniak, welches der Wurzel zunächst war, in Salpetersäure verwandelt, hat diese sich mit Kalk, Kali u. s. w. verbunden, sind diese Producte der activen Einwirkung einer in der Pflanze rege gewordenen Thätigkeit durch die Endosmose in die Pflanze gedrungen, so geht der Bildungsprozeß weiter fort, wie wir bereits gezeigt haben.

Wenn nun aber die Pflanze den Humus in Pflanzennahrung umbilden soll, so muß er milde sein; hat der Humus erst eine Beschaffenheit angenommen, daß die andern Elemente ihn unverändert lassen, daß z. B. der Sauerstoff mit ihm keine in Wasser lösliche Verbindung ferner eingehen kann, so hat er für die Ernährung der Pflanzen, wenigstens vorläufig, seinen Werth verloren.

§. 28.

Auf diese Weise wird jeder Pflanzenart die ihr eigenthümliche Nahrung zugeführt, dient derselbe Humus den verschiedensten Familien und den abweichendsten Arten zur Nahrung und kann eine Pflanze neben einer ganz andern gut gedeihen.

Wenn es dabei auch ausgemacht ist, daß der Saft jeder Pflanzenart seine eigenthümliche Säure besitzt, so war es die Aufgabe der Pflanze, diese aus der gereichten oder vorgefundenen Nahrung zu bilden. Wollte man hingegen solche Säuren benutzen, um die Pflanzen, in denen sie vorkommen, damit zu düngen, so wäre möglich, daß dadurch ein zu hoher Oxydationsgrad verursacht oder daß andere negative Atome nicht einstweilen beseitigt werden könnten; es könnte sich leicht

ein Aftersaft bilden, welcher für die beikommende Pflanze nachtheilig wäre.

Wie nachtheilig ein zu nasser Boden den Culturpflanzen ist, weiß jeder Landmann; daher ist das Geschäft des Grabens von so großer Wichtigkeit. Der Graben soll die überflüssige Feuchtigkeit entfernen, damit die Luft zu den Bestandtheilen des Bodens freien Zutritt hat und der erforderliche Oxydationsgrad in der Pflanzennahrung herbeigeführt wird.

Wenn nun im Versuch 33 auch bereits diese Oxydation stattgefunden hatte, so mußte die fernere Umbildung des Humus durch die Wurzeln der Pflanzen erst weitergeführt werden, um das zu erwartende Resultat zu erlangen, wogegen der reine Kohlenstoff, wie solcher in der, wie im Versuch 34 angeführten Lage unter Wasser von der atmosphärischen Einwirkung abgeschnitten war, nicht einmal den ersten Grad der Oxydation eingehen konnte, um die oben angedeutete fernere Verbindung zu erlangen.

War nun auch früher einmal ein Theil der Moorerde durch die Verbindung mit andern Elementen auflöslich gemacht, so hatte das darüberstehende, noch mehr das fließende Wasser diesen bereits weggeführt, bevor die Vegetation darauf stattfinden konnte.

§. 29.

Sollen Pflanzen, welche vollkommen ausgebildet sind, wieder zur Nahrung für andere Pflanzen dienen, so müssen sie erst durch Verwesung oder durch Fäulniß auflöslich gemacht werden; oder sie müssen zuvor durch Thiere in Excremente umgewandelt werden, oder die Pflanzen müssen durch eine innere Kraft eine Rückbildung erhalten.

Alle diese Momente habe ich in meiner Schrift: Die Ernährung und das Wachsthum der Pflanzen, bereits erklärt, in dem Abschnitt von der Zersetzung abgestorbener Körper, der Behandlung des Düngers, den Versuchen über dessen Zer-

setzung, und bei der Erklärung der Entwicklung des Samenkorns zur Pflanze.

In den Versuchen 35, 36 und 37 erblicken wir nun eine ähnliche Erscheinung, da der fertige Zucker, welcher aus Pflanzen genommen war, erst durch Einwirkung der Pflanze in einen Zustand versetzt werden mußte, welcher mit dem unreifen Safte der Pflanze mehr Aehnlichkeit hat, bevor die ganze Thätigkeit einer Zersetzung desselben durch sie ausgeübt werden konnte.

Aehnlich wie der Trauben- und Rohrzucker verhält sich der Milchzucker unter Einwirkung der zersetzenden Eigenschaft der Blätter im Sonnenschein, wie in Versuch 38, 39 und 40 angeführt ist.

§. 30.

Sehr interessant ist endlich die Bemerkung des Herrn Prof. **Schultz**, daß der Zucker sich bei der Zersetzung ähnlich verhalte, wie die freien Säuren, und besonders, daß Salmiak und Salpeter die beiden Salze sind, durch deren Zumischung zu frischer Zuckerauflösung die Sauerstoffaushauchung am meisten befördert wurde.

Nicht als ob man den Zucker zum Düngen der Felder benutzen sollte, sondern weil es einen neuen Beweis für meine Theorie giebt, daß wir die Verbindung von Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff in solchen Gestalten den Pflanzen als Nahrung bereiten müssen, wie sie am leichtesten in Wasser auflöslich sind.

Auch die frühere Erfahrung der Landleute findet hierin wieder eine neue Bestätigung, daß der Humus für das Pflanzenleben eine anhaltende Quelle des Reichthums ist. Der Humus der Dammerde nebst seinem Stickstoffgehalte, ähnlich dem Zucker in Verbindung mit Salpetersäure, Ammoniak, Kali, seinen phosphorsauren und schwefelsauren Salzen, verhält sich gleichmäßig mit diesen und muß unter Einwirkung der Luft gleiche Resultate hervorbringen.

Aus diesem Grunde mußte es von der größten Wichtigkeit für die Landwirthschaft sein, wenn die Versuche des Prof. **Schultz** auch bei der Vegetation der lebenden Pflanzen wiederholt würden. Diese Versuche mußten aber nicht allein, sondern in Verbindung mit den, nach der Ernährungstheorie von **Liebig** und nach der meinigen angestellt werden, um durch das Resultat zu einer Nutzanwendung für die Praxis gelangen zu können.

Es sind viele wichtige Entdeckungen gemacht worden, andere sind uns noch vorbehalten, es wird aber immer dabei nothwendig sein, daß wir sie festhalten. Dieses kann nicht geschehen, wenn wir sie wie ein Kaleidoscop in unserer Hand in steter Bewegung führen, um uns an all' diesen schönen Bildern zu erfreuen, welche stets neu, immer in andern Formen zum Vorschein kommen, sondern wenn wir, durch einen praktischen Sinn, eine Nutzanwendung daraus ziehen und sie dadurch für das Leben zu fesseln wissen.

Wirkung der zu assimilirenden Substanzen auf die Pflanzen.

§. 31.

Um nun diese Aufgabe zu lösen, habe ich die folgenden Versuche angestellt.

Meine Absicht geht nämlich dahin, daß ausgemittelt werde, welche Salze entweder einzeln oder zusammengenommen für unsere Cerealien die besten Düngungsmittel sind.

Von den angewandten Salzen und Säuren habe ich jedesmal ein Loth in einer Bouteille destillirten Wassers aufgelöst, habe zum Versuch für jedes einzelne Mischungsverhältniß der Salze und Säuren zwei Töpfe genommen, habe jedesmal den einen dieser Töpfe mit Bergsand, den andern mit Ziegelthon gefüllt, um zugleich den Einfluß dieser Erdarten, abgesehen von den Düngmitteln, zu beobachten.

In jeden Topf sind am 26. April 2 Körner Gerste und 2 Körner Hafer gepflanzt, die Töpfe auf einer Vorrichtung in mein Gewächshaus gestellt, und habe ich ungefähr alle 8 Tage einmal mit einem kleinen gleichmäßigen Maaße der künstlichen Düngmittel begossen, am 30. April zum ersten Male.

Sonst wurden sie regelmäßig mit destillirtem Wasser begossen.

III.

Reihenfolge der Versuche.

Töpfe mit Ziegelthon gefüllt:

No. 1 wurde mit destillirtem Wasser,
⸗ 2 ⸗ ⸗ Essigsäure,
⸗ 3 ⸗ ⸗ essigsaurem Kali,
⸗ 4 ⸗ ⸗ saurem essigsaurem Kali,
⸗ 5 ⸗ ⸗ Weinsäure,
⸗ 6 ⸗ ⸗ weinsaurem Kali,
⸗ 7 ⸗ ⸗ saurem weinsaurem Kali,
⸗ 8 ⸗ ⸗ Kleesäure,
⸗ 9 ⸗ ⸗ kleesaurem Kali,
⸗ 10 ⸗ ⸗ saurem kleesaurem Kali begossen.

Töpfe mit Bergsand gefüllt:

No. 11 wurde mit destillirtem Wasser,
⸗ 12 ⸗ ⸗ Essigsäure,
⸗ 13 ⸗ ⸗ essigsaurem Kali,
⸗ 14 ⸗ ⸗ saurem essigsaurem Kali,
⸗ 15 ⸗ ⸗ Weinsäure,
⸗ 16 ⸗ ⸗ weinsaurem Kali,
⸗ 17 ⸗ ⸗ saurem weinsaurem Kali,
⸗ 18 ⸗ ⸗ Kleesäure,
⸗ 19 ⸗ ⸗ kleesaurem Kali,
⸗ 20 ⸗ ⸗ saurem kleesaurem Kali begossen.

Töpfe mit Ziegelthon gefüllt:

No. 21 wurde mit schwefelsaurem Ammoniak,
= 22 = = Essigsäure u. schwefelsaurem Ammoniak,
= 23 = = essigsaurem Kali und schwefelsaurem Ammoniak,
= 24 = = saurem essigsaurem Kali und do.
= 25 = = Weinsäure und do.
= 26 = = weinsaurem Kali und do.
= 27 = = saurem weinsaurem Kali und do.
= 28 = = Kleesäure und do.
= 29 = = kleesaurem Kali und do.
= 30 = = saurem kleesaurem Kali und do.
= 31 = = schwefelsaurem Ammoniak und Zucker begossen.

Töpfe mit Bergsand gefüllt:

No. 32 wurde mit schwefelsaurem Ammoniak,
= 33 = = do. do. und Zucker,
= 34 = = Essigsäure u. schwefelsaurem Ammoniak,
= 35 = = essigsaurem Kali und do.
= 36 = = saurem essigsaurem = do.
= 37 = = Weinsäure = do.
= 38 = = weinsaurem Kali = do.
= 39 = = saurem weinsaurem Kali und do.
= 40 = = Kleesäure = do.
= 41 = = kleesaurem Kali = do.
= 42 = = saurem kleesaurem Kali = do. begossen.

Töpfe mit Ziegelthon gefüllt:

No. 43 wurde mit Salpeter,
= 44 = = do. und Zucker,
= 45 = = Essigsäure und Salpeter,
= 46 = = essigsaurem Kali und do.
= 47 = = saurem essigsaurem Kali u. do.

No. 48 wurde mit Weinsäure und Salpeter,
= 49 = = weinsaurem Kali und do.
= 50 = = saurem weinsaurem Kali u. do.
= 51 = = kleesaurem Kali = do.
= 52 = = saurem kleesaurem Kali = do. begossen.

Töpfe mit Bergsand gefüllt:

No. 53 wurde mit Salpeter,
= 54 = = do. und Zucker,
= 55 = = Essigsäure = Salpeter,
= 56 = = essigsaurem Kali und do.
= 57 = = saurem essigsaurem Kali und Salpeter,
= 58 = = Weinsäure = do.
= 59 = = weinsaurem Kali = do.
= 60 = = saurem weinsaurem Kali = do.
= 61 = = Kleesäure und Salpeter,
= 62 = = kleesaurem Kali u. do.
= 63 = = saurem kleesaurem Kali u. do.
= 64 = = 1 Theil Salpeter, $\frac{1}{12}$ Theil phosphorsauren Natron,
= 65 = = derselben Mischung und Zucker begossen.

Töpfe mit Ziegelthon gefüllt:

No. 66 wurde mit 1 Theil Salpeter und $\frac{1}{12}$ Theil phosphorsaurem Natron,
= 67 = = derselben Mischung und Zucker begossen.

NB. Die Töpfe No. 31, 32, 65 und 67 sind erst am 3. Mai bepflanzt, jeder dieser Töpfe hat 74 Gran Zucker bekommen.

Vierzehn Tage, nachdem alle Töpfe bepflanzt waren, habe ich alle unfruchtbaren Körner wieder herausgenommen und dafür andere eingepflanzt. Diejenigen, welche jetzt nicht aufliefen, wurden nicht mehr ersetzt.

§. 32.

Die Pflanzen, welche in den obigen Versuchstöpfen gewachsen, sind dicht über der Erde abgeschnitten, gleichmäßig getrocknet und gewogen. Das Resultat, welches sie gebracht haben, ist folgendes:

a. Der Versuch in Ziegelthon ohne alle Düngung:

1) 4 Pflanzen, an Gewicht 10 Gran, hatten 4 Körner Gerste und 25 Körner Hafer.

b. Desgleichen nach des Herrn Prof. **Schultz** wahrer Pflanzennahrung:

2)	3 Pflanz.,	an Gew.	5 Gran,	hatten	2 K. Gerste	u.	0 K. Hafer.
3)	4	=	=	=	8	=	=
4)	4	=	=	=	8	=	=
5)	4	=	=	=	18	=	=
6)	4	=	=	=	12	=	=
7)	4	=	=	=	11	=	=
8)	4	=	=	=	11	=	=
9)	4	=	=	=	11	=	=
10)	4	=	=	=	13	=	=

Der Durchschnittsertrag von 4 Pflanzen von der **Schultz**'schen Pflanzennahrung war also:

Das Gewicht der Pflanzen 11 Gran, hatten $4\frac{1}{2}$ Körner Gerste und 4 Körner Hafer. Dieser Unterschied ist so unbedeutend, daß er seinen Grund in irgend einer Zufälligkeit haben muß und also für **Nichts** zu rechnen ist.

c. Der Versuch in Bergsand ohne Düngung:

11) 4 Pflanzen, an Gewicht 13 Gran, hatten 5 Körner Gerste und 6 Körner Hafer.

d. Versuche in Bergsand mit **Schultz**'scher Pflanzennahrung:

12) 4 Pflanz., an Gew. 10 Gran, hatten 4 K. Gerste u. 4 K. Hafer.
13) 4 = = = 7 = = 4 = = = 2 = =
14) 4 = = = 7 = = 4 = = = 1 = =
15) 4 = = = 8 = = 5 = = = 3 = =

16) 4 Pflanz., an Gew. 8 Gran, hatten 6 K. Gerste u. 2 K. Hafer.
17) 4 = = = 12 = = 4 = = = 5 = =
18) 4 = = = 7 = = 3 = = = 6 = =
19) 4 = = = 11 = = 7 = = = 4 = =
20) 4 = = = 10 = = 6 = = = 3 = =

Vier Pflanzen, in Sand gezogen, mit der **Schultz**'schen Pflanzennahrung gedüngt, wogen im Durchschnitt 9 Gran, hatten 4$\frac{7}{9}$ Körner Gerste und 2$\frac{2}{3}$ Körner Hafer; also weniger als die, welche **nichts** bekommen haben; wir wollen also auch hier die Wirkung für **Nichts** rechnen.

Die folgenden Versuche wurden angestellt, um zu sehen, ob den Pflanzen, welche nach **Liebig's** Theorie mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngt waren, ihr Bedarf von Kohlenstoff nach der **Schultz**'schen Theorie beizubringen wäre.

e. Angestellt in Ziegelthon, welche nur schwefelsaures Ammoniak bekommen hatten:

21) 4 Pflanzen, an Gewicht 28 Gran, hatten 8 Körner Gerste und 3 Körner Hafer.

f. Desgleichen mit etwas Zugabe, nach **Schultz**:

22) 3 Pflanz., an Gew. 7 Gran, hatten 3 K. Gerste u. 0 K. Hafer.
23) 4 = = = 36 = = 13 = = = 6 = =
24) u. 25) Diese Töpfe waren zerbrochen.
26) 4 Pflanz., an Gew. 21 Gran, hatten 6 K. Gerste u. 7 K. Hafer.
27) 4 = = = 25 = = 8 = = = 5 = =
28) 4 = = = 26 = = 18 = = = 6 = =
29) 4 = = = 21 = = 7 = = = 3 = =
30) 4 = = = 30 = = 6 = = = 11 = =
31) 4 = = = 30 = = 10 = = = 7 = =

Der Durchschnitt dieses Versuches ist also:

Auf 4 Pflanzen, gewogen 25$\frac{1}{3}$ Gran, und deren K. 9$\frac{1}{6}$ Gerste und 5$\frac{3}{4}$ K. Hafer. Das Gewicht der ganzen Pflanze war nicht so groß, die Zahl der Körner der Stückzahl etwas größer; die Wirkung der **Schultz**'schen Pflanzennahrung ist

hier also auch nicht von Bedeutung gewesen, wenn sie überall in Betracht kommen kann.

Derselbe Versuch, in Bergsand wiederholt, hat folgendes Resultat gegeben:

g. Nur mit schwefelsaurem Ammoniak:

32) 3 Pflanzen, gewogen 110 Gran, hatten 47 K. Gerste und 5 K. Hafer.

h. Combinirt mit der **Schultz**'schen Pflanzennahrung:

33)	3 Pflanz., an Gew.	85 Gran,	hatten	42 K. Gerste u.	3 K. Hafer.
34)	4 = =	= 71	= =	23 = =	= 8 = =
35)	4 = =	= 81	= =	33 = =	=16 = =
36)	4 = =	= 37	= =	14 = =	= 3 = =
37)	3 = =	= 70	= =	22 = =	= 7 = =
38)	4 = =	= 44	= =	12 = =	= 6 = =
39)	3 = =	= 70	= =	38 = =	= 7 = =
40)	4 = =	= 100	= =	50 = =	=10 = =
41)	4 = =	= 48	= =	28 = =	=11 = =
42)	4 = =	= 26	= =	11 = =	= 0 = =

Das Durchschnittsgewicht von 4 Pflanzen war also 68⅓ Gran, und diese hatten im Durchschnitt 29½ Körner Gerste und 7⅔ Körner Hafer.

Aus diesem Versuche geht hinlänglich hervor, daß nach **Schultz**'ens Theorie diesen Pflanzen nicht viel Nahrung zugeführt ist.

Zu No. 32, 33 u. 40 muß bemerkt werden, daß es ein paarmal etwas darauf durchgeregnet hatte, weil die Fenster, als der Wind darauf gestanden, etwas Nässe durchgelassen hatten.

Endlich wurden die Versuche des Professors **Schultz** nach meiner Theorie in Verbindung mit Salpeter angestellt.

i. Versuch in Ziegelthon, nur mit Salpeter gedüngt:

43) 3 Pflanzen, gewogen 7 Gran, hatten 3 Körner Gerste und 3 Körner Hafer.

k. Versuche, gleichfalls in Ziegelthon, combinirt mit der **Schultz**'schen Nahrung:

44)	4 Pflanz.,	an Gew.	14 Gran,	hatten	4 K. Gerste	u.	4 K. Hafer.
45)	4 =	= =	15 =	=	2 = =	=	2 = =
46)	4 =	= =	15 =	=	— = =	=	7 = =
47)	4 =	= =	10 =	=	3 = =	=	6 = =
48)	4 =	= =	17 =	=	6 = =	=	7 = =
49)	4 =	= =	40 =	=	10 = =	=	2 = =
50)	4 =	= =	15 =	=	5 = =	=	10 = =
51)	4 =	= =	25 =	=	8 = =	=	7 = =
52)	4 =	= =	12 =	=	6 = =	=	0 = =

Das Durchschnittsgewicht von 4 Pflanzen war darnach $18\frac{1}{9}$ Gran; diese hatten 5 Körner Gerste und 5 Körner Hafer. Wird nun der unter i mitgetheilte Versuch auf 4 Pflanzen berechnet, so bringt es ein Gewicht von $9\frac{1}{3}$ Gran, und zwar mit 4 Körnern Gerste und 4 Körnern Hafer.

Derselbe Versuch in Bergsand brachte endlich folgendes Resultat:

l. Die Pflanzen erhielten nur Salpeter:

53) 4 Pflanzen, an Gewicht 91 Gran, hatten 27 Körner Gerste und 7 Körner Hafer.

m. Erhielten, neben dem Salpeter, von des Professors **Schultz** Pflanzennahrung:

54)	4 Pflanz.,	an Gew.	69 Gran,	hatten	39 K. Gerste	u.	9 K. Hafer.
55)	4 =	= =	50 =	=	18 =	=	1 = =
56)	4 =	= =	26 =	=	19 =	=	3 = =
57)	4 =	= =	64 =	=	37 =	=	4 = =
58)	4 =	= =	74 =	=	36 =	=	10 = =
59)	4 =	= =	40 =	=	23 =	=	5 = =
60)	3 =	= =	72 =	=	36 =	=	8 = =
61)	4 =	= =	60 =	=	28 =	=	5 = =
62)	4 =	= =	56 =	=	20 =	=	10 = =
63)	4 =	= =	84 =	=	45 =	=	9 = =

Der Durchschnittsertrag von diesem Versuche war also: von 4 Pflanzen das Gewicht: 61 Gran; diese Pflanzen brachten 31 Körner Gerste und 6⅔ Körner Hafer.

Bei diesem Versuche zeigte sich also wieder die Pflanzennahrung nach **Schultz** als unwirksam.

Allgemeine Betrachtungen.

Wenn es auch scheint, als ob die Mittel, welche Prof. **Schultz** für die wahre Pflanzennahrung ausgiebt, bei den Pflanzen wirken, welche im Lehm wachsen, indem bei den obigen Versuchen dort allerdings ein kleiner Unterschied stattfindet, so ist diese Wirkung bei denjenigen Versuchen, welche im Sande angestellt sind, durchaus nicht bemerkbar gewesen, im Gegentheil, diese Pflanzen waren selbst schlechter als solche, welche nicht von der Pflanzennahrung des Prof. **Schultz** bekommen hatten.

Eine andere Beobachtung, welche sich hier anreihet, ist der bei weitem günstigere Erfolg, den sowohl die Düngversuche mit schwefelsaurem Ammoniak als auch mit Salpeter auf die Pflanzen hervorgebracht haben, welche in Bergsand, als auf die, welche in Ziegelthon gewachsen sind.

Ferner hat das schwefelsaure Ammoniak stärker gewirkt als der Salpeter, besonders war dieses bei den Thonversuchen auffallend.

Bei den mitgetheilten Versuchen habe ich mich, wie auch schon gesagt ist, zum Begießen des destillirten Wassers bedient. Dieses sowohl wie die Erde, in die das Korn gepflanzt war, enthielt keine weitere Pflanzennahrung an Kohlenstoff, Stickstoff und etwa an Zündern: Schwefel, Phosphor u. dgl.; insofern diese erforderlich waren, mußten sie von außen herbeigeschafft werden, oder sie fehlten.

Der Weg, wodurch diese Elemente herbeigeschafft werden konnten, war ein doppelter, und zwar zunächst: aus den Salzen

und Säuren, welche zum Düngen benutzt wurden; und sodann: aus der Atmosphäre.

Bei der erstern war nun die Frage: ob die Form, in der sie gereicht wurden, die richtige sei? — Bei der letztern: ob die Pflanze sich ihrer bemächtigen könne?

Meine Ansicht ist nun immer gewesen und in meiner mehrerwähnten Schrift schon von mir ausgesprochen, daß das Wasser die Nahrung für die Pflanzen, sowohl aus der Atmosphäre, als aus dem Boden aufnehmen und den Pflanzen zuführen müsse. Die Erscheinung, welche bei den mitgetheilten Versuchen vorkommt, bestätigt die Richtigkeit meiner Ansicht.

Das Wasser, welches von den angeführten fehlenden Nahrungsmitteln nichts enthielt, konnte dieselben nur in dem Grade aus der Atmosphäre aufnehmen, wie solche darin enthalten war, und wie diese in die mit dem destillirten Wasser begossene Erde eindringen konnte. Der Thon, welcher wenig Wasser eindringen ließ, war auch verschlossen gegen das Eindringen der atmosphärischen Luft, die auf diesem Standorte befindlichen Pflanzen konnten also auf diesem Wege sehr wenig Nahrung zugeführt erhalten, mußten sich daher allein an der mitgetheilten Nahrung genügen lassen; zur Herbeiführung des Kohlenstoffs mußten also die **Schultz**schen Salze, Säuren und sauren Salze aushelfen; den Stickstoff gab das Ammoniak reichhaltiger, als der Salpeter; Zünder lieferte die Schwefelsäure; wobei es eine Frage ist, ob diese sich auch vertreten können (Schwefel und Phosphor, wie bei Kali und Natron); Basen enthielt der Boden und waren in dem Salpeter und den **Schultz**schen Salzen befindlich; Kieselsäure enthielt der Sand mehr als der Thon. Hieraus geht also deutlich hervor, daß der Kohlenstoff diesen Pflanzen, auf dem von **Schultz** bezeichneten Wege, nur kümmerlich zugeführt ist, daß die atmosphärische Luft, weil sie in den Thon nicht eindringen konnte, den Pflanzen keinen Kohlenstoff in der Kohlensäure derselben liefern konnte, eben so wenig als die Zünder, welche in der At-

mosphäre, in Verbindung mit Wasserstoff, als Producte der Verwesung vorkommen.

Ganz natürlich war es daher, daß der **Salpeter allein**, in Verbindung mit destillirtem Wasser, auf dem Ziegelthon für die Pflanzen nicht ausreichen konnte; daß das **Ammoniak**, in Verbindung mit **Schwefel**, schon besser wirkte; daß bei beiden die fehlende **Kohlensäure** durch **Weinsäure** und **Kleesäure** schon etwas ersetzt wurde; daß die **Essigsäure** dieses am wenigsten vermochte.

Viel vortheilhafter machten sich die Versuche in Bergsand. Hier konnte die Luft frei eindringen, dem destillirten Wasser, womit dieser begossen war, Kohlensäure, Salpetersäure, Ammoniak, Phosphorwasserstoff, Schwefelwasserstoff u. dgl. zuführen, und die Wirkung des Stickstoffs, welcher durch Salpeter sowohl, als durch schwefelsaures Ammoniak zugeführt war, bedeutend vermehren. Bei diesen Versuchen gab sich deutlich zu erkennen, daß der Ertrag sich durchschnittlich nach der Quantität des in den Salzen gereichten Stickstoffs richtet, und **daß Liebig's frühere Ansicht in dieser Hinsicht richtig ist.**

Die Wichtigkeit der Zünder geht noch endlich aus einem Versuche hervor, den ich mit dem Phosphor unter No. 64—67 incl. angestellt habe. Das Resultat dieses Versuchs werde ich aber erst bei dem §. 43 anführen.

§. 33.

Aehnlich, wie ich mich schon bei den früheren Verhandlungen ausgesprochen habe, giebt der Herr Professor §. 31—33 über die Einwirkung der Wurzeln auf die sie umgebende Pflanzennahrung seine Ansicht zu erkennen. Nur macht er noch eine abschweifende Bemerkung über den Einfluß, welchen die Pflanzenblätter auf das Gerinnen der Milch ausüben, wenn sie hineingelegt werden; und möchte ich nur bei dieser Erscheinung, wenn sie auch nicht gerade hierher gehört, bemerken, daß diese

Eigenschaft wohl nicht auf die von ihm angegebene Weise erklärt werden darf, sondern daß zu dieser Erklärung der einfache Umstand schon ausreicht, daß jeder saure Saft die Milch gerinnen macht.

Gang der Pflanzenernährung.

§. 34.

Dieser Paragraph handelt vorzüglich von der Bildung des Lebenssaftes (Cyklose). Wir werden uns nicht auf die Differenzen einlassen, in welche der Herr Professor mit dem Herrn Professor **Link** über diesen Gegenstand gerathen ist. Nach unseren praktischen Versuchen bestätigt sich überall die Ansicht, daß die Pflanzen zu ihrer Ernährung diejenigen Elemente in der dargereichten Nahrung erhalten müssen, welche in ihren näheren Bestandtheilen gefunden werden. Daher wird man wohl zu beachten haben, **welche** dieser erforderlichen Elemente im Boden, auf dem die Pflanzen wachsen sollen, in dem Wasser, welches ihnen zuströmt, und in der Luft, von der sie umgeben sind, gefunden werden. Wenn nun dabei auf die Beschaffenheit der Körper Rücksicht genommen wird, welche die erforderlichen Elemente enthalten und welche an diesen drei Orten vorhanden sind; wenn man weiß, ob sie in dem Zustande, worin sie sich dort befinden, von dem Pflanzenorganismus aufgenommen werden können, und ferner, wenn man weiß, ob genug davon vorhanden ist oder nicht: so werden wir gleichfalls folgern können, in welcher Form und Gestalt wir sie durch unsere landwirthschaftlichen Abfälle und andere künstliche Mittel den Kulturpflanzen geben müssen, um das Fehlende genügend zu ersetzen. Früher habe ich allerdings die Ansicht getheilt, als ob die Pflanzen, welche in einem gedeihlichen Zustande fortwachsen, in ihrem Leben eine innere Kraft besäßen, Elemente noch weiter zu zerlegen, als die Chemie, und daß sich in ihnen Stoffe erzeugen könnten, welche wir in ihren Urbestandtheilen:

in der Erde, der Luft, dem Wasser und dem gereichten Dünger, nicht finden. In neuerer Zeit habe ich mich indessen überzeugt, daß dieses nicht der Fall ist.

Einen neuen Beweis zu dieser Behauptung liefern die von mir mitgetheilten Experimente, und werde ich bemüht sein, in ihrer Fortsetzung noch immer mehr Licht über diesen wichtigen Gegenstand verbreiten zu helfen.

Diese Erfahrung ist ein großer Triumph für die Chemie, denn sie liefert den Beweis, daß in der organischen Welt die Analysis schon tief auf den Grund gedrungen ist.

Nach den Mittheilungen des Prof. **Körte** auf Maeglin ist **Carl Sprengel's** Ansicht, **daß die Pflanzen, um üppig gedeihen zu können, in dem Boden diejenigen Bestandtheile, gleichviel ob organische oder unorganische, vorfinden müssen, welche durch die chemische Analysis in den Pflanzen gefunden worden sind,** eine der allerältesten, und gegen das Ende des vergangenen Jahrhunderts, 1789, zuletzt von dem damaligen Apotheker **O. A. Rückert** in Ingelfingen in seinem Werke: „Der Feldbau, chemisch untersucht, um ihn zu seiner letzten Vollkommenheit zu erheben," ausgeführt und vertheidigt.

Es muß indessen bedacht werden, daß damals die Chemiker noch lange nicht die Fähigkeiten und Kenntnisse besaßen, wie die gegenwärtigen, daß jetzt die Analysen sowohl der Pflanzenbestandtheile, als der Pflanzennahrung, weit vollkommener gemacht sind, als damals, und daß es also auch sehr verzeihlich war, wenn später **J. C. C. Schrader** in einer Reihe von Versuchen nachzuweisen gesucht hat, daß die Pflanzen ohne Gegenwart solcher Elemente ihre erdigen Bestandtheile allein durch die Lebensthätigkeit zu bilden vermögen. Diese Versuche und Erörterungen, welche ihn bei der Akademie der Wissenschaften in Berlin einen Preis gewinnen ließen, haben nachher auf die Ansicht vieler ausgezeichneter Männer einen mächtigen

Einfluß ausgeübt, und besonders damals auf die Düngerlehre, welche auf Maeglin vorgetragen wurde, influirt.

Schrader hat theils in Schwefel, theils in Wolle und auch in einer bloßen Schaale von Eisen, Steingut u. dgl. Körner wachsen lassen, welche nur mit destillirtem Wasser begossen sind. Diese Pflanzen hat er nur bis zu einer kümmerlichen Existenz bringen können und nachher die Bestandtheile derselben wieder untersucht, und hat sich dabei herausgestellt, daß die erdigen Bestandtheile einige Gran zugenommen hatten. Wenn nun auch der Erfolg genugsam zeigte, daß die Pflanzen ohne ihren Bestandtheilen entsprechende Nahrung nicht gedeihen konnten, so glaubte man doch den Beweis eines Bildungsvermögens dieser Pflanzenbestandtheile darin gefunden zu haben.

Nach meiner jetzigen Ueberzeugung sind bei diesen Versuchen aber doch Irrungen vorgefallen, und werde ich davon gleich den Beweis liefern.

Ganz von der Luft abgeschnitten, kann keine Vegetation stattfinden. Die Getreidekörner, welche **Schrader** zum Wachsen brachte, wurden daher in einem Garten in Berlin, unter Mistbeetfenstern, möglichst gegen die äußere Luft geschützt, mehrere Wochen im Wachsthum erhalten. Ganz pottdicht durften und konnten die Fenster während dieser ziemlich langen Zeit nicht erhalten werden, und blieben die Pflanzen daher auch in steter Wechselwirkung mit der äußern Luft.

Konnte nun **Schrader** es nicht einmal möglich machen, die zu untersuchenden Getreidekörner gänzlich von den einzelnen Sandkörnern zu befreien, so daß er davon die verschiedenen erdigen Bestandtheile der analysirten Samenkörner ableitete, so ist wohl zu begreifen, wie bei der stäubigen Beschaffenheit der Luft in Berlin diese feuchten Pflanzen in so langer Zeit nicht gegen den feinen Staub zu schützen waren.

Wenn es schon überall schwer hält, den eindringenden Staub von solchen Versuchen abzuhalten, so ist dieser Umstand in Berlin um so bedeutender, wo die Erfahrung lehrt, daß

nicht Thüren, Fenster noch Luken gegen das Eindringen des feinen Staubes schützen können. Ganz natürlich und sehr wahrscheinlich ist es daher, daß die kleine Differenz in den erdigen Bestandtheilen der untersuchten Pflanzenasche hierin ihren Grund gefunden habe.

Daher sagte auch schon **Saussüre** in Genf: „Die zu solchen Untersuchungen erforderlichen Arbeiten sind so schwierig und so vielen Irrthümern unterworfen, daß man durchaus nicht im Stande ist, aus einigen wenigen derselben allgemeine Regeln abzuleiten.“

Die angestellten Untersuchungen **Saussüre's** zeigen indessen schon, daß man die Quelle der in den Pflanzen vorkommenden verschiedenen Bestandtheile immer nachweisen kann, wenn man sich auch früher durch den Umstand hat irre leiten lassen, daß diese Bestandtheile nicht in demselben proportionellen Verhältnisse in den Pflanzen vorkommen, wie der Boden sie enthält. Dieser Umstand hat seinen natürlichen Grund darin, daß wohl weniger von einem gewissen Bestandtheil im Wasser enthalten sein kann, als dasselbe chemisch aufzulösen vermag, daß die vorhandene Quantität aber nie das Maximum des Auflösungsvermögens übersteigen kann.

Gleichgültig ist daher für die Pflanzenaneignung, ob die Quantität des Bestandtheils, z. B. des Kalks, in dem Boden etwas größer oder geringer ist, wenn nicht verschiedene Medien hinzutreten, die Lösbarkeit zu vermehren, z. B. bei dem Kalke, wenn dieser nicht durch den Einfluß verschiedener Säuren im Wasser mehr oder weniger löslich gemacht wird.

Mag nun unsere Ansicht die ältere oder neue genannt werden, so bleibt sie doch immer die richtige, nemlich, „daß keine Pflanze gut gedeihen kann, wenn sie nicht diejenigen Elemente aus den ihr zugeführten Stoffen entnehmen kann, welche zu ihrer Ausbildung erforderlich sind.“

Agriculturchemie von **Hermbstädt** III. Band 2tes Heft pag. 371.

Dieser Lehrsatz ist in der Praxis und durch die Vegetationsversuche, welche ich mitgetheilt habe, immer mehr bestätigt.

Haben wir uns von der Wichtigkeit dieser Sache vollkommen überzeugt, so werden wir nur noch zu untersuchen haben, in welcher Form die Nahrung für jede Pflanzenart am vortheilhaftesten zu geben ist, auf welche Weise, unter Berücksichtigung der disponiblen Mittel, die Aufgabe von dem Landmann am vortheilhaftesten gelöset werden könne.

Eine längst bekannte Sache ist es, und aus den Lehren unsers **Thaer, Einhof, Crome, Körte** und vieler Anderer zu entnehmen, daß der Humus, welcher seine Entstehung den thierischen Excrementen und der vegetabilischen Streu zu verdanken hat, für unsere Absicht zur Vermehrung der Fruchtbarkeit der Ländereien das beste Mittel giebt, und ist der Grund dieser Wahrheit auch leicht aufzufinden. Der Humus ist nemlich der Inbegriff aller der Theile, welche die Pflanzen enthalten, weil er von diesen mittelbar oder unmittelbar herstammt. Die richtige Handhabung der gesammelten Erfahrungen ist Aufgabe für die Praxis; wissen wir, wie Ammoniak, wie Salpetersäure, wie Kohlensäure aus dem Dünger gebildet wird, so können wir unser Verfahren danach einrichten, dasjenige zu erreichen, welches für unsern Nutzen das Beste ist. Wenn auch Salpetersäure und Ammoniak die Eigenschaft besitzen, nach ihrer Bildung sich verflüchtigen zu können, so wird doch die Salpetersäure einen Anhaltspunkt an den vorhandenen Basen im Ackerboden finden, da wir hingegen den gebildeten Ammoniak nach **Liebig** suchen sollen vermittelst Schwefelsäure von der Verflüchtigung zurückzuhalten.

Einige meiner Versuche scheinen zu zeigen, daß der schwefelsaure Ammoniak eine stärkere Vegetation hervorbringt, als der Salpeter, und dieses wäre ganz natürlich, wenn die Quantität des Stickstoffs vorzüglich die Fruchtbarkeit bei den Cerealien bedingen sollte, da, wie ich zeigen werde, die Quantität in demselben Verhältniß größer ist. Die stöchiometrische Zahl von

schwefelsaurem Ammoniak ist $N^2 H^4 SO^4 = 828{,}11$, und von salpetersaurem Kali $KON^2 O^5 = 1266{,}95$; oder auch

$$N^2 H^4 SO^4 + Aq. = 940{,}50$$

$$\text{und } KON^2 O^5 + Aq. = 1379{,}43.$$

Da nun $N = 88{,}52$, so ist $N^2 = 177{,}04$; mithin ist in 940,50 ℔ schwefelsaurem Ammoniak 177,04 ℔ Stickstoff, und in 1379,43 ℔ Salpeter = 177,04 ℔ Stickstoff enthalten. 177,04 ℔ Stickstoff des Düngers geben nun aber auch in Verbindung mit dem Kaligehalt des Bodens oder des Strohes 1379,43 ℔ Salpeter; dahingegen auf den Acker jedesmal 513,65 ℔ Schwefelsäure gegossen werden muß, wenn sich 940,50 ℔ schwefelsaures Ammoniak bilden soll. Geschieht dieses nicht, so wird sich ein großer Theil des Ammoniaks verflüchtigen. Da nun in der Wirkung 940,50 ℔ schwefelsauren Ammoniaks gleich 1379,43 ℔ salpetersauren Kalis ist, und beide Theile aus derselben Quantität Stickstoff des Düngers gebildet werden, so frage ich nun: welches Verfahren wird praktischer sein, den Dünger durch unsere Behandlung zu Salpetersäure oder zu Ammoniak umzubilden? Gewiß werden wir bei dem Ersten am sichersten zu Werke gehen und den größten Nutzen aus dem Dünger ziehen.

Befindet sich auch der Humus in der Dammerde theilweise in einem unlöslichen Zustande, so wird diese Beschaffenheit durch Einwirkung der Luft, des Lichts, der Wärme und Kälte, durch Feuchtigkeit u. s. w. oft umgeändert. Diese Umwandlung wird, wie wir gesehen haben, auch durch die Pflanzen unterhalten, und dient also auch auf diese Weise als anhaltende Quelle der Nahrung für die Pflanzen. Wie ich früher gezeigt habe, werden aus Blättern und Wurzeln mit dem hydro-elektrischen Strom abwechselnde verschiedene Gasarten ausgeschieden. Durch diese Ausscheidungen aus den Wurzeln wird auf die Bestandtheile des Bodens ein chemischer Einfluß ausgeübt, und so ist es möglich, daß schon von der Entstehung aus dem Samen an, bei jeder verschiedenen Pflanzengattung, diese Aus-

strömungen dazu beitragen, ihrer Art entsprechende Nahrung vorzubereiten, welche demnächst mit der Feuchtigkeit des Erdreichs in die Pflanze eindringt und die Ernährung unterhält. Hierdurch läßt sich trefflich erklären, wie es möglich ist, daß die verschiedenartigsten Pflanzen neben einander auf demselben Dünger und demselben Acker gut gedeihen und stets jede Pflanzenart rein erhalten wird.

Diese Erklärung können wir aus den Experimenten des Prof. **Schultz** ableiten, wofür sowohl die Wissenschaft, als die Praxis, ihm großen Dank schuldet.

Dahingegen ist die Ansicht des Prof. **Schultz**, daß der Dünger, in Säuren und saure Salze umgewandelt, die wahre Nahrung der Pflanzen ausmache, wobei gar nicht einmal auf die Wichtigkeit der stickstoffhaltigen Bestandtheile, des Ammoniaks und der Salpetersäure, Rücksicht genommen wird, entschieden falsch. Dieß konnte man mit Gewißheit vorhersagen, und diese Unrichtigkeit geht denn auch vollständig aus der Anwendung dieser Mittel als Dünger auf die lebenden Pflanzen hervor.

Man sieht also, wie gefährlich es ist, auf rein physikalische Experimente solche Nutzanwendungen zu bauen, wenn auch der Schein noch so sehr dafür spricht. **So glaubwürdig es auch war, wenn der Herr Professor auf das Wachsthum der Pflanzen schloß, wo im Sonnenlichte durch die Blätter ihrer Theile viel Sauerstoff ausgeschieden wurde,** so brachte ihn diese Erscheinung doch zu einer ganz falschen Nutzanwendung, wie wir sie in seiner Schrift: „Die wahre Pflanzen-Nahrung" finden.

Die Bestätigung hiervon geben die Vegetationsversuche, welche ich mit den verschiedenen vegetabilischen Säuren, Salzen und sauren Salzen angestellt habe, denselben, welche in den Experimenten des Prof. **Schultz** zum Theil so bedeutend viel Sauerstoff durch Einwirkung des Sonnenlichtes auf die darin gelegten belaubten Zweige hergegeben haben. Die Voraus-

setzung dieses Erfolges aber war schon durch den Umstand gerechtfertigt, daß dabei sich nicht wohl Eiweiß noch Gluten bilden konnten, diese wichtigen Mittel in dem Lebensprozeß und in der Bestimmung **der** Pflanzen, die wir für uns und unsere Hausthiere anbauen.

Wie sich also die Theorie des Herrn Prof. **Schultz** in dieser Hinsicht als **nichtig** gezeigt hat, so wäre sehr wohl möglich gewesen, daß nach der Ansicht desselben in Verbindung mit Salpeter oder Ammoniak das günstige Resultat durch seine vegetabilischen Säuren hervorgebracht worden wäre; aber auch diese Voraussetzung hat sich nicht günstig gestellt bei meinen vergleichenden Versuchen.

Die Kohlensäure, wenigstens in der Verbindung, wie solche in dem fließenden Wasser angetroffen wird, hat mir dagegen, ganz gegen die Theorie des Prof. **Schultz**, ein viel günstigeres Resultat geliefert, und aus diesem Grunde werde ich denn auch darauf bezugliche Versuche mit einem künstlichen Apparate anstellen.

Wie wir gesehen, haben Essig-, Wein- und Kleesäure, sowohl allein, als in Verbindung mit Kali, eben so wenig auf die Vegetation günstig eingewirkt, als bei den Versuchen, woselbst diese Mittel gänzlich fehlten. Da nun die dazu angestellten Versuchstöpfe alle gleichmäßig mit destillirtem Wasser begossen sind, welches keine Kohlensäure enthält, so mußte das Wasser aus **der** Luft, welche stets in die Erde eindringt, immer erst den Antheil Kohlensäure aufnehmen, um bei den Pflanzen, sowohl mit als auch ohne die Pflanzensäure begossen, durch Wirkung der stickstoffhaltigen Salzverbindungen die Freudigkeit im Wachsthum zu unterhalten. Wäre dieses nicht der Fall, hätte die kohlenstoffhaltige Pflanzensäure, womit die Versuchstöpfe begossen worden, auf das gute Gedeihen der Pflanzen eingewirkt, so müßte irgend ein Unterschied von Bedeutung bei diesen gegen die Pflanzen, welche nur Salpeter oder schwefelsaures Ammoniak erhalten, hervorgetreten sein; dieses war

aber, wie die Versuche zeigen, nicht der Fall. Daß aber die Kohlensäure aus der Luft allein mit den gegebenen stickstoffhaltigen Salzen diese günstige Wirkung verursacht habe, beweiset der Unterschied im Wachsthume der Pflanzen, welche in Sand, gegen diejenigen, welche in Ziegelthon gepflanzt waren. Der Thon in den Töpfen war nemlich immer so geschlossen, daß die umgebende Luft nur wenig eindringen konnte, der Sand dagegen, von Natur durchlassend für die Luft, ließ die darin vorhandene Kohlensäure mit eindringen, so daß diese sich mit dem destillirten, zum Begießen benutzten Wasser verbinden und zur Ernährung der Pflanzen aufgenommen werden konnte.

Um diese letzte Ansicht zu prüfen, entschloß ich mich dann, noch am 18. Juni einige neue Versuche anzufangen, wozu ich mich, wie vorhin schon angedeutet, der näher zu beschreibenden künstlichen Vorrichtung bediente.

In 4 Krauttöpfen befand sich resp. in 2 Bergsand und in 2 Ziegelthon; einer von jeder Sorte wurde am gedachten Tage mit 4 Körnern Gerste und mit 4 Körnern Hafer bepflanzt und bis zum Aufgehen der Körner mit destillirtem Wasser begossen.

Nachdem die Pflanzen aufgelaufen waren, wurde

No. 68, worin Sand mit schwefelsaurem Ammoniak,
" 69, " do. " Salpeter,
" 70, " Thon " schwefelsaurem Ammoniak,
" 71, " do. " Salpeter-Auflösung

begossen, sonst aber mit dem Begießen durch destillirtes Wasser fortgefahren.

Am 6. Juli schob ich durch die untere Oeffnung eines jeden Topfes eine Glasröhre, welche oben und unten eine bedeutende Strecke herausragte, setzte die Töpfe auf große gläserne Häfen, in deren jedem sich 3 Pfund Kreide und etwas destillirtes Wasser befand, so daß das untere Ende der Röhre in die Flüssigkeit reichte, und verkittete sorgfältig den unteren

Theil des Topfes mit dem oberen Rande des gläsernen Hafens. Hierauf drückte ich den Thon und Sand in den Töpfen um die Glasröhre fest. Die untere Oeffnung bei den mit Thon gefüllten Töpfen neben der Glasröhre konnte frei bleiben, dagegen wurde in diejenigen, welche mit Sand gefüllt waren, damit der Sand nicht herausliefe, in diese Oeffnung lose etwas Moos geschoben; indessen nicht zu fest, damit die später zu entbindende Kohlensäure in die Töpfe von unten eindringen konnte. Hierauf habe ich durch das obere Ende der Glasröhre täglich einige Tropfen verdünnter Schwefelsäure in die Flüssigkeit fließen lassen.

Erfolg.

Daß diese Versuche kein genügendes Resultat liefern konnten, war schon wegen der **vorgerückten** Jahreszeit zu vermuthen, und müssen sie daher im Frühjahr noch einmal wiederholt werden; die Pflanzen trieben sehr schnell, konnten sich aber nicht mehr vollständig entwickeln. Sollen diese Versuche einen Beweis liefern, so möchte dieser mehr als negativ anzusehen sein, und würden sie, wegen ihrer Unvollkommenheit, nur bei einer etwa ausfallenden ungünstigen Entscheidung ähnlicher Versuche mit zu berücksichtigen sein.

Wir erhalten, wie ich schon früher gezeigt habe, die größte Quantität Pflanzennahrung, wenn wir die meisten Producte unserer Ländereien selbst wieder verfüttern und den Dünger auffangen. Der Nutzen, welcher für die Production hieraus hervorgeht, ist unter den Vortheilen einer guten Fütterung von mir aufgeführt worden. Die Selbstverarbeitung aller Producte ist aber nicht immer ausführbar und paßt auch nicht in den Plan unserer Wirthschaftseinrichtung; daher kommt es ganz besonders darauf an, daß wir wissen, wie in anderen Verhältnissen das Wenigere erhalten, und durch eine zweckmäßigere Behandlung den Nachtheilen begegnet werde, welche mit einer mäßigeren Fütterung der Hausthiere verbunden sind.

Für solche Fälle ist die zweckmäßige Behandlung unsers Düngers ein Hauptaugenmerk, und ist es also doppelt wichtig, daß wir es wissen, wie wir es anzufangen haben, damit nicht die bei der Zersetzung des Düngers gebildeten flüchtigen Theile verloren gehen. Zugleich müssen wir bemüht sein zu erfahren, auf welche Weise andere uns zu Gebote stehende Mittel, als Schlamm, Moorerde, Abfälle von Menschen und Thieren, basische Erden und Alkalien u. s. w. uns leicht zur Erreichung unserer Absicht führen können.

Aus diesem Grunde habe ich in meiner Schrift: „Ernährung der Pflanzen" die Versuche **Thaer's** und **Einhof's** über die Veränderung des Düngers bei seiner Zersetzung pag. 153 mitgetheilt, aus diesem Grunde werde ich später auch noch Experimente anstellen, wobei die Pflanzen allein durch die Gasarten, welche bei der Zersetzung des Düngers gebildet werden, gedüngt werden sollen.

Versuch.

Es sollen in Töpfen, in welchen ungedüngte Erde befindlich, und auf gläsernen Häfen, in denen Dünger, theils mit Lagen von Kalk und Lehm, theils ohne diese, Pflanzen gezogen werden, damit sie nur von dem Mistdunst ernährt werden können. Dieser Versuch kann erst im Sommer vorgenommen werden, weil die Mitwirkung der Sonne dabei erforderlich ist. Diese Versuche müssen besonders angestellt werden, um zu untersuchen, wie wichtig die Stoffe sind, welche bei der Zersetzung des Düngers entweichen, wenn sie nicht durch ein Bindemittel zurückgehalten werden, und ob es für die praktische Landwirthschaft daher wichtig ist, den sich zersetzenden Dünger mit diesen Bindungsmitteln zusammen zu bringen, während er alle die Grade durchläuft, die ihn endlich in den Zustand bringen, den wir mit der Benennung „Humus" belegen; wobei scheinbar, auf die bisherige Weise, nur ein kleiner Theil für uns übrig bleibt.

Sollte sich meine Ansicht bestätigen, so wäre es gewiß sehr fehlerhaft, wenn wir den Dünger in Haufen liegend erst ganz scheckig werden lassen, ehe er zur Verwendung auf das Feld gebracht wird.

Wirkung der Organisation auf die zu assimilirenden Stoffe.

§. 35.

Wenn Prof. **Schultz** bei der Wirkung der Organisation auf die zu assimilirenden Stoffe die Ansicht ausspricht, daß die mineralischen salzigen Reizmittel der Pflanzen von den substantiellen Nahrungsmitteln der Pflanzen unterschieden werden müssen, so finde ich diese Unterscheidung sehr unrichtig, und führt uns diese wieder auf eine verkehrte Meinung, welche wir von der Wirkung der mineralischen und der animalisch vegetabilischen Düngmittel früher gehabt haben.

Nach meiner Ueberzeugung haben die sogenannten mineralischen Düngmittel die Bestimmung, die Aufgabe zu lösen, welche wir in dem vorigen Abschnitte von einer zweckmäßigen Behandlung unsers Düngers verlangt haben. Sie sollen die Säuren, welche sich bei der Verwesung der organischen Körper bilden, im Boden zurückhalten, und mit denselben in Verbindung, als Salze, in die Wurzeln der Pflanzen eindringen. Wir können die auf solche Weise gebildeten Salze also nicht Reize- und Erregungsmittel nennen, wenn **sie selbst** den Pflanzen als Nahrung dienen. Wir haben früher gesehen, daß bei der Zersetzung des Düngers Kohlensäure, Kohlenwasserstoff, Salpetersäure und Ammoniak gebildet werden und entweichen. Da diese Producte der Zersetzung für die Pflanzen eine wichtige Nahrung bilden, so müssen wir bemüht sein, das Entweichen dieser Producte zu verhindern. Wir erreichen diese Absicht am leichtesten, wenn der gewonnene Dünger möglichst bald mit der Erde, welche die basischen Bestandtheile enthält,

in Berührung gebracht wird, und wenn durch unsere Bearbeitung dafür gesorgt wird, daß mehr Salpetersäure als Ammoniak, oder doch wenigstens eben so viel Salpetersäure gebildet wird. Das Ammoniak verbindet sich allerdings auch mit den kohlenstoffhaltigen Säuren, welche aus dem Dünger entstehen; allein diese Salze zeichnen sich zum Theil durch eine große Flüchtigkeit aus und können also eben so gut zusammen verloren gehen; dahingegen die Salpetersäure durch die vorhandenen Basen in der Ackerkrume gefesselt wird. Da nun, wie ich gezeigt habe, unter Einwirkung von Licht und Sauerstoff aus dem Dünger mehr Salpetersäure gebildet wird, welche mit den basischen Bestandtheilen der Erde keine flüchtige Nahrung giebt; vom Licht und vom Sauerstoff entfernt hingegen mehr Ammoniak und Kohlenwasserstoff gebildet wird, so müssen unsere Maaßregeln darnach genommen werden, daß wir uns nicht am Ende allein mit dem Rest des zersetzten Düngers, mit dem Humus, begnügen müssen, **welcher uns bei der richtigen** Behandlung gleichfalls nicht verloren gehe.

Ein sehr wichtiger Umstand muß noch angeführt werden: Die Salpetersäure verbindet sich gerne mit dem Ammoniak, es verlieren durch diese Verbindung **beide** ihre Flüchtigkeit, und diese Verbindung liefert ein ganz vorzüglich schönes Düngsalz, eine schon früher als Vermuthung von mir ausgesprochene Behauptung, die jetzt durch den Versuch V., den ich bei §. 45 mitgetheilt habe, bestätigt wird.

Die große Fruchtbarkeit des Regens, welche derselbe vor dem destillirten Wasser voraus hat, wird nicht allein auf der Kohlensäure beruhen, welche dieser enthält, sondern auch in dieser Verbindung ihren Grund haben. Nach **Liebig's** Analysen soll der Regen nemlich, wie ich früher schon mitgetheilt habe, neben dem Ammoniak auch Salpetersäure enthalten. Dieser Umstand ist auch noch wichtig für die praktische Landwirthschaft; denn bei der regelrechtesten Behandlung des Düngers wird nie die Entstehung des Ammoniaks aus dem Stickstoffgehalte dessel-

den ganz vermieden werden, und würde dieser also gewöhnlich, wenn der angeführte Umstand nicht stattfände, verloren gehen. Es ist nemlich nicht immer möglich, sich der von **Liebig** vorgeschlagenen Mittel zu bedienen, um diesen Verlust zu vermeiden.

Bei dem Hergange der **Umbildung der Stoffe** kann es nun für den praktischen Landwirth ziemlich gleichgültig sein, ob es eine directe chemische oder eine mittelbar organische, durch verschiedene Saftsysteme ist. Daß die Umbildung möglich ist, habe ich bereits in der Berechnung der verschiedenen Atomenverhältnisse gezeigt, und wenn auch meine Ansicht über den hydroelektrischen Strom, entstanden aus dem Sonnenlichte u. s. w. eine Hypothese genannt werden kann, so ist es doch wenigstens eine, welche, wie ich nachgewiesen habe, auf den Principien der Physik unserer ersten Naturforscher begründet ist, und daher durchaus nicht eines Haltes ermangelt.

Sehr richtig ist es, daß bei Bildung der Pflanzen die abnorme Einwirkung der einzelnen Bedürfnisse, mögen es substantielle oder inponderable, bloße Kräfte sein, auf die einzelnen Theile abnorme Resultate hervorbringen können, und treten diese Umstände oft dann am grellsten hervor, wenn ein lange erwünschter Zustand plötzlich und im erhöheten Grade auf eine, nach unserer Meinung ungünstige, Zwischenzeit folgt.

Wie oft trübt nach einer langen Dürre der erwünschte Regen unsere ganze Hoffnung durch den erfolgten Blattrost und Kappenbrand! Dessenungeachtet wird es niemandem einfallen, die Nothwendigkeit von Regen und Sonnenschein abzuläugnen, mag man auch den ganzen Ernährungsprozeß der Pflanzen einen organischen Act oder anders nennen. Ich glaube zu dem Nachweis beigetragen zu haben, daß dieser Prozeß eben sowohl chemisch-physikalisch erklärt werden kann, ja ich möchte behaupten, daß, wenn wir uns auf eine solche Erklärung einlassen wollen, nicht anderweitig so gute Mittel uns zu Gebote stehen.

Bevor der Verfasser zu den folgenden Paragraphen übergeht, heißt es noch pag. 64: „Die oben erzählten Versuche beweisen, wie entschieden die stoffzersetzende Einwirkung der Wurzeln und Blätter der Pflanze auf die sie umgebenden Nahrungsstoffe sind. Daß die Einwirkung der Wurzeln auf den Humus eine ähnliche ist, als die auf den Zucker, geht aus den von uns gemachten Versuchen hervor, nach welchen sowohl die in Humusdekokt gelegten Blätter, als auch Sellerie-, Petersilien- und Mohrrübenwurzeln in dem nicht sauren Dekokt nach einiger Zeit immer eine säuerliche Reaktion hervorbrachten."

Und so lautet denn die Ueberschrift:

Mittel, wodurch die digerirende Einwirkung erzeugt wird.

§. 36.

Das Digerirende in dieser Beobachtung des Prof. **Schultz** ist mir undeutlich geblieben, da mir unbegreiflich ist, wie er diese Eigenschaft, welche die Pflanzen auf ihre Umgebung ausüben sollen, ein **Digeriren** nennen kann, worunter in der Chemie doch ganz etwas anderes verstanden wird. Ob es vielleicht auch dirigiren oder disponiren heißen soll? — Auf jeden Fall ist es eine Erscheinung, wobei, wenn sie sich bestätigt, die Nahrung geleitet, gerichtet, oder richtiger noch, vorbereitet wird, damit sie von derjenigen Pflanze, welche diesen Einfluß ausübt, aufgenommen und weiter verarbeitet werden kann.

Abgesehen hiervon, ist diese stoffzersetzende Eigenschaft der Pflanzen durch ihre Wurzeln und Blätter, welche der Herr Prof. **Schultz** durch seine Experimente glaubt gefunden zu haben, ein erfreulicher Beitrag für die wissenschaftliche Landwirthschaft.

Durch diese erlangte Anschauung werden die Zweifel beseitigt, welche **Liebig** in seiner organischen Chemie über die

Möglichkeit der Ernährung der Pflanzen durch den Humus angeregt hat, und welche doch gegen die Erfahrung des Landmanns und die Beobachtungen unserer ersten Theoretiker sprechen, und wird zugleich die Excrementenlehre mit ihrer ganzen Unnatur beseitigt. Wenn schon der Keim im Samenkorne nach seiner Art, bei der erforderlichen Feuchtigkeit und Wärme, die um ihn abgelagerten substantiellen Bestandtheile auflöset und fähig macht, in die Form neuer Pflanzentheile überzugehen, Wurzel und Blatt zu bilden, so pflanzt diese Kraft, welche ich katalytische genannt habe, sich fort durch die ganze Pflanze, unterhalten durch die verschiedene Dynamide, abgeleitet von einem andern Himmelskörper, welcher bei dem wilden Volke in Peru meist selbst für die Gottheit gehalten wurde und welche auch wir als liebevolle Begleiterin und Mutter des Tages betrachten und erkennen.

Diese aus dem Keime aufgeweckte Kraft, welche der liebe Gott in jede Pflanze gelegt hat, theilt sich allen Wurzelspitzen mit und bewirkt durch die Zersetzung des hydro=elektrischen Stroms an beiden Polenden eine Ausströmung, wovon die am positiven bei Tage schon am längsten beobachtet ist. Diese, welche für das ganze Leben des Thierreichs so segensreiche Resultate liefert, steht der andern entgegen, welche freilich nicht in demselben Grade beobachtet, wahrscheinlich durch ihre Erscheinungen die Ursache von der Excrementenlehre bei den Pflanzen geworden ist, und die, ohne sie weiter zu kennen, schon die Principien des Fruchtwechselsystems hat begründen helfen.

Daher sagt Prof. **Schultz** in diesem Paragraphen sehr richtig: „Die Frage, auf welche Art die Pflanzen diese digerirende (disponirende) Veränderung an ihrer Oberfläche hervorbringen, ist nicht ohne großes Interesse. Man kann nicht zweifeln, daß sie durch gewisse digerirende (disponirende) Secretionen bewirkt werden, die alle Pflanzentheile und vorzüglich die Wurzeln abscheiden können.“ Und Seite 67: „So

gewiß es nun aber ist, daß die Pflanzen durch die Wurzeln keine Excremente abscheiden, wodurch sie sich gegenseitig schaden, so unzweifelhaft ist es andererseits, daß alle Pflanzentheile mit frischen, noch nicht abgestorbenen Oberflächen Secretionen bilden, die vielmehr einen Zweck für die secernirende Pflanze selbst, als einen Nachtheil für die anderen haben. Dieser Zweck der Secretionen ist vorzüglich auf die Absorption und Verarbeitung der Nahrungsstoffe der Pflanzen gerichtet, und davon liefern die von uns angeführten Beobachtungen über die zersetzende Wirkung der Wurzeln und Blätter auf ihre Umgebungen den sichersten Beweis. Daß diese zersetzende Wirkung einen Zweck für die Pflanzen selbst hat, ersieht man bald daraus, daß das Humusdekokt und das Zuckerwasser dadurch in einen Zustand versetzt wurden, wodurch diese Substanzen leicht assimilirbar wurden, wie die starke Sauerstoffausscheidung aus denselben beweist."

Die Bildung des Holzsaftes.

§. 37.

„Vergleichen wir nun die umbildende Wirkung der Pflanzentheile auf ihre nährende Umgebung in unsern Experimenten mit dem Gang der Natur im Großen, so drängt sich zuerst die Frage nach dem Verhältniß des Holzsaftes zu den einzusaugenden, von den Pflanzen außer sich veränderten Nahrungsstoffen auf."

Hierbei müssen wir bemerken, daß es einen großen Unterschied macht, ob die Vegetation bei den Bäumen oder bei unsern landwirthschaftlichen, größtentheils einjährigen Pflanzen vorgehen soll. Beschäftigen wir uns nun auch vorzugsweise mit den letzteren, so können wir doch nicht unterlassen, die Natur der perennirenden Gewächse zu berücksichtigen, und werden wir dabei die vom Verfasser in's Auge gefaßten Bäume beibehalten.

Die Knospen an den Bäumen sind mehrfach mit dem Samen der einjährigen Pflanzen verglichen worden; wie diese auf dem Ackerboden wachsen und aus demselben Nahrung ziehen, so sollen die Knospen ihre Nahrung aus dem Stamme des Baumes ziehen. Wenn nun auch dieser Vergleich, wie so mancher andere, hinkt, wenn auch die Bäume noch ganz besonders Blüthen und Früchte tragen, so ist doch wieder manches Wahre darin. Eben wie der Saft in dem Stamme der Bäume für die Knospen vorbereitet sein soll, so muß er es auch für den Samen durch unsere Kultur in dem Ackerboden werden.

Allein der Unterschied der zersetzenden Dynamide ist ein **großer**, die Strömung derselben, welche das Eindringen des Sonnenlichtes in die Blätter verursacht und durch den ganzen Stamm bis in die äußersten Wurzelspitzen unterhält, bewirkt in dieser Richtung in der ganzen Länge fortwährend die Zersetzung des Wassers, wovon die Wasserstoffatome den Wurzeln zugeführt werden. Dadurch wird bei den Holzarten, welche nicht gedüngt werden, die Kohlensäure, welche das Wasser ihnen zuführt, sogleich in die verschiedenen Holzsäuren verwandelt, die man nachher in dem Holzsafte findet.

Wie einfach sich diejenigen Bestandtheile, welche im Safte der Bäume vorkommen, auf die von mir angegebene Weise bilden können, habe ich in §. 7 d. B. angegeben. Dagegen erhalten die Bäume ihr Eiweiß aus dem Ammoniak und der Salpetersäure, welche das Regenwasser enthalten. Das Ammoniak wird durch den periodisch austretenden Sauerstoff in Salpetersäure und Wasser umgewandelt, und diese bilden zusammen mit der **vorhandenen** Salpetersäure, wie ich in meiner Schrift: Die Ernährung der Pflanzen pag. 132 u. f. gezeigt habe, das erforderliche Eiweiß.

Auf diese Weise lassen sich die Erscheinungen besser erklären, als durch das Hinzutreten von Hydratwasser zur Kohlensäure u. s. w., wobei Prof. **Schultz** Recht behält, wenn

er behauptet, es sei eine unbegründete Hypothese, die keinerlei wirklichen Zusammenhang in der Natur hat.

Wird nun auch in dem Holzsafte wirklich nie Kohlensäure gefunden, — so beweiset dieses doch immer nur, daß die Kohlensäure sich nicht in dem Zustande, als solche, in den Bäumen lange Zeit erhalten kann, daß sie vielmehr gleich bei dem Eintritte in die Pflanze durch den frei gewordenen Wasserstoff umgebildet wird, oder daß sie gar schon umgebildet wird, sobald sie in Berührung mit den Wurzeln kommt. Daß die Ernährung durch Kohlensäure nicht stattfände, ist ein großer Irrthum, indem ich durch das Begießen nur mit kohlensäurehaltigem Wasser auf unfruchtbarem Boden die üppigste Vegetation bei den Getreidearten veranlaßt habe, vorausgesetzt, daß sie nur zugleich stickstoffhaltige Salzverbindungen empfangen hatten. Hatten die Pflanzen dagegen keinen Salpeter oder Ammoniaksalze erhalten, so konnte weder Kohlensäure noch eine andere Pflanzensäure das Wachsthum befördern.

§. 38.

Angenommen, wir finden in dem Safte der Bäume durchaus keine Kohlensäure und keine Salpetersäure, so war es doch die Aufgabe der Lebensthätigkeit (der katalytischen Kraft) aus beiden, welche im Wasser an Basen gebunden aufgelöst waren, die verschiedenen Pflanzensäuren und das Eiweiß des Saftes zu bilden, und wurde selbst dadurch die Thätigkeit der Pflanzen gesteigert, wurden die Gasausströmungen aus den Wurzeln sogleich von den Bestandtheilen des Bodens absorbirt.

Gleichwie es nun die Bestimmung der Baumwurzeln und Baumstämme war, die im Boden befindliche und durch den Regen zugeführte Nahrung umgewandelt aufzunehmen, um durch die Blätter zu den festen Bestandtheilen der Bäume weiter gebildet zu werden, und die Bäume weder im Regen noch in dem Waldboden, nicht Essig, noch Weinsäure, noch

Kleesäure, noch Eiweiß, noch andere Bestandtheile, welche in den grünen und blühenden Stämmen gefunden werden, erhalten, so ist es auch eben so wenig nöthig, daß die Kulturpflanzen diese Producte des Pflanzenreichs im Ackerboden vorfinden; ja es wäre leicht möglich, daß diese ihnen eben so sehr schädlich werden könnten, wie die Affenliebe der unverständigen Eltern den verzogenen Kindern, wenn sie diese mit ihrer halbverdauten Nahrung füttern wollten.

Bei denjenigen Pflanzen, welche größtentheils ein- und zweijährig, ihres Reichthums an thierischer Substanz wegen zu unserem Nutzen cultivirt werden, für die vorzugsweise unser Dünger bestimmt ist, wird die zweckmäßigste Bearbeitung und Behandlung des Bodens, in Verbindung mit dem Dünger, ganz besonders wichtig. Um aus diesen Pflanzen eine reichliche Ausbeute an Korn zu gewinnen, muß beides, Boden sowohl wie Dünger, so behandelt werden, daß das üppige Gedeihen der Pflanzen sie um so geeigneter macht, auch aus der in der Luft weit verbreiteten Nahrung einen möglichst großen Theil aufnehmen zu können.

Wir haben **Saussure's** und **Liebig's** Ansicht, daß der in den Pflanzen vorhandene Stickstoff aus der Atmosphäre stamme, nie anders aufgefaßt, als daß nur von solchen Pflanzen die Rede war, welche ihn nicht aus dem gereichten Dünger oder dem Boden empfangen haben, bis die neueste Ansicht **Liebig's** dieser Meinung, freilich nicht für uns, noch eine größere Ausdehnung gegeben hat.

Wenn nun aber auch durch das Hinzutreten des Sauerstoffs und des Wasserstoffs zum Humus, nach den verschiedenen Bedürfnissen der Pflanzen, manche andere Säure im Safte gebildet wird, deren Radikal eine Kohlenstoffverbindung oder Kohlenstoff ist, so wird die Kohlensäure, welche sich erweislich bei allen Zersetzungsprozessen der organischen Substanzen in reichlichem Maaße, also auch aus dem Dünger bildet, gewiß **kein** überflüssiges Requisit für die Vegetation

sein, und können alle mitgetheilten Experimente des Prof. **Schultz** die große Wichtigkeit der Kohlensäure für das Pflanzenleben nicht austilgen, noch das angenommene Factum der Ernährung durch sie umstoßen. Man vergleiche hiermit meine angestellten Versuche sub I, II und V, welche neben den §§. 11 und 45 mitgetheilt sind.

Ernährung des Samenkeims.

§. 39.

Unbegreiflich ist es, daß die Experimente des Prof. **Schultz**, welche noch auf so schwankenden Füßen standen, da er es nicht einmal der Mühe werth gehalten hatte, Düngungsversuche mit seinen Säuren anzustellen, auf die Ernährung des Samenkeims in Anwendung gebracht sind. Unbegreiflich ferner, daß er damit unter diesen Umständen gleichfalls den Beweis zu einer Behauptung liefern will, welche nie gemacht ist, und endlich unbegreiflich, wie er mit der Ernährung und dem Wachsthum der Pflanzen die Entwicklung aus dem Samenkorne in Parallele stellen will.

Wie wir früher gesehen, hat die Mutterpflanze um den Keim im Samenkorn eine bedeutende Menge Kohlenstoff niedergelegt, welcher ihn gegen äußere Einwirkungen schützen soll. Aus diesem Grunde ist bei dem Keimen eine Atmosphäre von Kohlensäure nachtheilig. Reiner Sauerstoff oder Säuren, welche diesen leicht gebunden enthalten, erleichtern die Decarbonisation des Samenkorns, und daher sind denn auch beide, der Erfahrung gemäß, bei diesem Prozeß der Rückbildung, aus der Ruhe ins active Leben, sehr dienlich.

Auf diesen Actus, dessen Beschreibung ich nicht erst wiederholen will, paßt also durchaus nicht die Theorie der Ernährung durch Kohlensäure, sondern diese Ernährung kann erst beginnen, wenn, nachdem aus dem Vorrath im Samen Wurzeln und Blätter gebildet sind, durch Einwirkung des Lichts die fernere Zersetzung unterhalten werden soll.

Wiederholung der Keimbildung in den jungen Trieben.

Wie ich schon zu §. 37 bemerkt habe, so führt der Verfasser auch hier an: „Ein ähnliches Verhältniß wie beim Samenkeim, findet mit den jüngsten Spitzentrieben und Blättern aller Pflanzen Statt. Es war schon **Ingenhouſs, Senebier** und **Saussure** bekannt, daß die noch nicht ausgebildeten, und noch nicht grünen Blätter der jungen Triebe kein Sauerstoffgas geben. Wir können nach unseren Untersuchungen ausser der Bestätigung dieser Thatsache derselben noch hinzufügen, daß diese jüngsten Triebe je nach den Graden ihrer Unentwickeltheit und Zartheit überhaupt noch nicht fähig sind, sich Nahrung von aussen zu assimiliren; sie sterben vielmehr in nährenden Flüssigkeiten immer leicht ab, grade wie die Samenkeime in Kohlensäure, und es ist daher bei unseren Versuchen immer nöthig gewesen, nur ausgebildete kräftige Triebe und Blätter dazu zu verwenden, und die jungen, unentwikkelten Spitzen an denselben zuvor sorgfältig zu entfernen."

Dieser Umstand spricht nun ganz entschieden gegen die Behauptung, daß Kohlensäure als Nahrung bei den Pflanzen **nicht** dienen könne. Verhalten sich die Flüssigkeiten, welche mit dem Holzsafte analog sind, zu den jüngsten Spitzen und Trieben der Blätter, wie die Kohlensäure zu dem Samen, so kann man auch erwarten, daß die jungen Pflanzen, welche aus dem Samen hervorgegangen sind, sich ebenso zu der Kohlensäure verhalten werden, wie die zu Blättern ausgebildeten jungen Spitzen und Triebe der Bäume zu dem Safte derselben oder dessen ähnliche Flüssigkeiten, ernährend. Also die in den Knospen ruhende katalytische Kraft der Art wird den rohen Saft des Mutterstammes ebenso weiter verarbeiten, wie dieselbe Kraft im Samen die im Boden vorgefundene Nahrung verarbeitet. Gleichwie nun jedes Auge an einem Mutterstamme die Eigenschaft besitzt, aus dem vorbereiteten Safte eines ihm

ähnlichen Stammes die ihm eigenthümlichen Zweige, Blüthen und Früchte zu treiben, so wird auch das Samenkorn aus der durch den Fleiß des Landmannes in der Ackerkrume gebildeten löslichen Pflanzennahrung die entsprechenden Früchte hervorbringen. Wenn die eigenen Augen an einem Holzapfelstamme nur Zweige zu treiben vermögen, an denen Holzäpfel wachsen, dagegen gleichzeitig auf demselben Stamme sehr verschiedene Sorten von edlem Obst durch künstlich eingesetzte Augen hervorgebracht werden, so lassen sich auch auf einem gleichmäßig zubereiteten Boden aus besseren und schlechteren Sorten Getreide, ähnlich dem Samen, gleiche Pflanzen und Frucht gewinnen, insofern die Elemente der im Boden befindlichen Stoffe ausreichen.

Parasitische Pflanzen.

§. 40.

Hier verfällt **Schultz** in denselben Fehler, der §. 38 bei der Ernährung des Samenkeims angeführt ist. Leicht wird man die Ursache zur Bildung dieser Art Pflanzen auffinden, wenn meine Theorie bei der Keimung zu Hülfe genommen wird. Sehr unpassend wird auch hier die Theorie der Ernährung durch Kohlensäure herbeigezogen, um die Unrichtigkeit derselben zu beweisen.

In allen Beobachtungen, welche über die beiden Naturerscheinungen der Keimung und des Wachsthums gesammelt sind, treten die Wirkungen ganz entgegengesetzt auf: bei dem Keimen der Samen wird Sauerstoff aus der umgebenden Luft absorbirt und Kohlensäure entwickelt, dagegen bei dem Wachsen der grünen Pflanzen im Sonnenschein Kohlensäure assimilirt und Sauerstoff entwickelt. Die Auswüchse an den alten Kartoffeln, wenn sie in Kellern und in Haufen aufbewahrt werden, welche man Brutkartoffeln nennt, und ähnliche Erscheinungen bei andern Pflanzen, möchte ich nicht mal zu den parasitischen

Pflanzen rechnen. Diese Auswüchse bilden sich freilich auf Unkosten der Mutterpflanze, ohne daß eine regelmäßige Vegetation stattfindet, man sollte sie daher lieber Aftergebilde oder Afterpflanzen nennen. Ob bei diesem Umgestaltungsprozeß Gasarten ähnlich wie bei der Keimung, entwickelt werden, ist wohl nicht beobachtet worden, da wir diese Umgestaltung nicht sehr in unserer Macht haben, sondern diese mehr von zufälligen äusseren Einwirkungen abhängt. Wahrscheinlich ist es aber, daß Hydratwasser gebunden und ein Theil des Kohlenstoffs aus der Kartoffel entfernt wird, ähnlich wie bei der von mir beschriebenen Erscheinung der Keimung des Korns; und da nun in der von der Luft abgeschnittenen Lage Gummi, Zucker und Eiweiß sich nicht unter Einwirkung des Sonnenlichtes zur Pflanze gestalten können, das Bestreben zur neuen Zellenbildung aber vorhanden ist, so kann man sich nicht wundern, wenn die kleinen Brutkartoffeln auf Unkosten der alten sich erzeugen. Bei dieser Metamorphose ist also durchaus nicht von aussen Kohlensäure erforderlich; im Gegentheil ist es sehr wahrscheinlich, daß noch welche abgeschieden wird.

Die Trockenfäule habe ich unter meinen Kartoffeln Gottlob noch nicht erlebt, nach den Schilderungen, und der oberflächlichen Anschauung, welche ich in Preußen davon gewonnen habe, scheinen sich hier allerdings kleine Pilze einzunisten, welche zu den Parasiten gehören und welche die Kartoffeln, worauf sie sich einfinden, total zu Grunde richten. Diese Schmarotzerpilze (Aecidium) entstehen leicht da, wo ein krankhafter Zustand oder eine Fäulniß eintritt; ihre Atmosphäre ist also, verschieden von der einer gesunden Vegetation, verdorbene Luft.

Da hier nur die Rede ist von der unrichtig angezogenen Kohlensäure-Ernährungstheorie, so werden wir uns nicht weiter über ähnliche Erscheinungen ausbreiten; können indessen nicht umhin, unsere Verwunderung darüber zu erkennen zu geben, daß der Professor **Schultz** auf die gewaltsamste Weise Beispiele

von Naturerscheinungen herbeizieht, welche durchaus anderer Art sind und die wohl niemand bisher in gleiche Kategorie mit der Ernährung von Phanerogamen-Pflanzen gebracht hat.

Die Pflanzen können ohne Sauerstoffaushauchung ernährt werden.

§. 41.

Bedürfen auch manche Pflanzen zu ihrem Gedeihen mehr Luft als andere, erfordern selbst manche gar keine Luft, so steht dieses immer im Verhältnisse mit den Bedingungen, unter welchen ganz verschiedene Geschlechter auf der Erdoberfläche vorkommen. Wir haben diesen Gegenstand bereits weitläuftig erörtert, werden uns also nicht länger dabei aufhalten. Wenn aber hieraus gefolgert wird, „daß diejenigen Pflanzen, welche in der Regel Sauerstoffgas im Lichte aushauchen, in Betreff der Menge des ausgehauchten Sauerstoffs den verschiedenen Lichtgraden, die Klima und Witterung darbieten, ausserordentlich unterworfen sind, daß sie aber, wie verschieden auch die Lichtgrade, welche auf sie einwirken, sein mögen, dennoch unter allen Umständen fortwachsen und sich fortnähren, wobei keineswegs erwiesen ist, daß der Gehalt solcher Pflanzen an festen Theilen überhaupt geringer ist, als wenn sie stärkeren Lichtgraden ausgesetzt gewesen wären"; und ferner „daß, während in sehr trüben Sommern, wie in dem gegenwärtigen, oft wochenlang die Sonnenblicke auf sich warten lassen, auch von den entwickelten Pflanzentheilen wenig Sauerstoffgas ausgeschieden werden kann, sie aber nichts desto weniger ihre Nahrung assimiliren," so sehen wir uns veranlaßt, Folgendes zu bemerken:

Gewiß wäre es sehr verkehrt, wenn wir die Ernährung aller Pflanzen allein durch Kohlensäure annehmen wollten, und doch können wir diese, wie wir bereits durch Experimente gezeigt haben, bei unsern Kulturpflanzen nicht entbehren.

Kann die Contactwirkung, wie ich bei der Keimungstheorie gezeigt habe, die Zersetzung des Wassers und die Umbildung der im Samenkorn vorhandenen Stoffe bewirken, wie dieses bei dem Samenkorn in der finstern Erde, abgeschieden von dem Lichte, der gewöhnliche Gang ist, so ist doch gewiß, daß für das Wachsthum der grünen phanerogamen Pflanzen das Licht eine nothwendige Bedingung ist. Kann auch in sonnenarmen, gleichwie in sonnenreichen Jahren unsere Ernte endlich reif werden, so ist die Zeit der Reife, die Masse der Ernte und die Qualität der Frucht doch nicht immer dieselbe.

Der Herr Professor räumt freilich ein, daß der Wein in sonnenarmen Jahren nicht so süß wird; bei dem Getreide nimmt er indessen an, daß es gleich gut werde, wöge viel oder wenig Sonnenschein im Laufe des Jahres vorkommen. Hier ist er aber in großem Irrthume befangen; denn es ist eine bekannte Sache, daß die sonnige Lage auf die Qualität des Korns, besonders des Waizens, in den verschiedenen Ländern stark einwirkt. Gleichfalls findet dieser Unterschied in den einzelnen Jahren, nach der Helle und Dauer des Sonnenlichts, unter sich Statt. Wenn auch das Korn in sehr trüben Sommern reif wird, so bedenke man, daß Sommer ohne Sonnenschein nicht existiren; die Sonne scheint jedes Jahr, einmal mehr, ein andermal weniger, und selbst das Tageslicht ist fähig, wenn die Sonne auch mit Wolken umhüllt ist, den wohlthätigen Zersetzungsact auf die Pflanzen auszuüben, wenn auch nicht in demselben Grade, und nach diesem Grade richtet sich denn auch, wie wir oft beobachtet haben, die Beschaffenheit unserer Ernte.

Wie die verschiedenartigsten äußern Einflüsse bei den Pflanzen die abweichendsten Verhältnisse hervorbringen und bald der einen Art, bald der andern mehr zusagen, so bewirken dieses auch die verschiedenen Perioden, in denen Tag und Nacht mit einander abwechseln; daher auch die Abweichungen in dem Einflusse der verschiedenen Himmelsstriche auf das

Pflanzenreich; daher auch der, §. 34, der vorgerückten Jahreszeit wegen, verunglückte Versuch.

Mit dieser abweichenden Einwirkung steht die Zersetzung der zugeführten Pflanzennahrung im Verhältniß, und es richtet sich nach dem Umstande, ob die Pflanzen zu ihren Bestandtheilen mehr Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff oder Stickstoff bedürfen, die Quantität jeder einzelnen der verschiedenen Gasarten, welche wieder ausgeschieden wird.

Wasserstoffaushauchung durch grüne Blätter.

§. 42.

Der Prof. **Schultz** sagt: „Bei der vorläufigen Probe, wodurch ich den ohngefähren Sauerstoffgehalt der aus den Blättern erhaltenen Luft untersuchte, war mir schon mehrmals aufgefallen, daß eine Luft, deren Sauerstoffgehalt ich aus vorheriger Untersuchung sicher kannte, wenn sie noch einige Zeit im Dunkeln über dem Wasser stehen blieb, worin Blätter lagen, den glimmenden Span nicht recht entflammen wollte, ohne daß jedoch diese Luft das Kalkwasser merklich trübte. Als ich zufällig in eine Luft, die sich an einem trüben Tage aus Blättern in Zuckerwasser entwickelt hatte, anstatt mit einem bloß glimmenden, mit einem noch brennenden Span fuhr, fand ich zu meinem Erstaunen, daß mit einem Knall eine Explosion entstand, wobei mir die ganze Glasröhre zersprang. Es war also kein Zweifel, daß ich Knallluft (ein Gemenge von Sauerstoff und **Wasserstoff**) vor mir hatte.“

Man möge hiermit nicht allein vergleichen, was ich §. 9 gesagt habe, sondern auch die von mir mitgetheilte Theorie der Wasserzersetzung durch die Pflanzen. Der Herr Professor würde sich nicht gewundert haben, wenn er diese angeführten Umstände bei seinen Experimenten berücksichtigt hätte.

Wenn der ausgeschiedene Wasserstoff im Dunkeln keine günstige Gelegenheit vorfindet, entweder in den Intercellular=

gängen mit dem durch die Spaltöffnungen eingedrungenen Sauerstoff der atmosphärischen Luft, oder auch mit demselben in dem elektrischen Pinsel, welcher Nachts aus den Blattspitzen strömt, sich zu Wasser, oder auch im Lichte, mit der Kohlensäure sich zu den Bestandtheilen der Pflanzen zu verbinden, so muß er, wenn er nicht weiter kommen kann, in dem eingeschlossenen, umgebenden Raume zurückbleiben. Da nun bei diesem Versuche die Intercellulargänge, gleich allen Pflanzen, mit Wasser angefüllt und umgeben waren, so war die Gelegenheit dieser Verbindung unterbrochen und es mußte sich also der Wasserstoff unter der Glocke vorfinden.

Nebenbei ist dieses wieder eine Bestätigung unserer Ansicht, daß in den Pflanzen mehr das Wasser in seine Elemente zerlegt wird, als die Kohlensäure u. s. w.

Die wahre Pflanzennahrung.

§. 43.

Die Behauptung, „daß das Fundament, von dem wir bei der Erklärung der vegetabilischen Stoffbildung ausgehen müssen, allein das Gummi, der Zucker und die vegetabilischen Säuren bilden," können wir nicht unterschreiben; denn wir haben vielfältig bei der Vegetation durch Versuche beobachtet, daß diese **ohne Stickstoff**verbindungen nicht ausreichen, ja **ohne diese** keine Vegetation möglich ist. In welchem Verhältniß dabei Kali, Kalk oder Natron, Kieselsäure, **Phosphor**, Schwefel und noch andere Elemente, nach Verschiedenheit der Pflanzen, zugeführt werden müssen, und ob diese in den Pflanzen oft zufällig gegenwärtig sind, hierüber wagen wir noch nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden, da die Versuche, welche wir darüber angestellt haben, nicht zu einem bestimmten Resultate geführt haben.

Wir hatten unsere eigene Betrachtung darüber gemacht, daß das Korn, welches sowohl mit Salpeter als mit Ammo-

niak gedüngt war, wenn es auch stark wuchs und sehr üppige Pflanzen trieb, gewöhnlich, besonders bei dem Waizen, eine glasige Frucht bekam. Diese Erscheinung konnten wir uns nicht anders erklären, als so, daß sich zu viel Gluten gegen das Stärkemehl gebildet hatte. — Dem Umstande wäre nun wohl dadurch abzuhelfen, wenn man es diesen Pflanzen möglich machte, daß sie eine größere Menge kohlenstoffhaltiger Nahrung zu sich nähmen, und diese Möglichkeit schien uns ganz besonders in der Gegenwart derjenigen Elemente, welche von verschiedenen Chemikern: **Zünder** genannt werden, des Phosphors, des Schwefels u. s. w. zu liegen.

Von diesem Gesichtspunkte aus unternahmen wir die sub 64, 65, 66 u. 67 unter III angestellten Versuche.

Nicht wenig überraschend war uns dabei, von einem Schüler **Liebig's**, welcher uns diesen Sommer besuchte, um unsere Versuchsfelder zu sehen, die Aeußerung zu hören, daß **Liebig** gleichfalls der Meinung wäre, die phosphorhaltigen Düngsalze brächten bei den Cerealien einen größeren Ertrag an Korn hervor. Er erzählte uns ferner, daß auf dieser Ansicht die Bereitung künstlicher Düngmittel von diesem großen Chemiker ausgeführt würde.

Diese Meinung, welche auch schon in der organischen Chemie dieses Meisters enthalten war, bekommt noch viel mehr Ausdehnung in der von Dr. **Petzholdt** neuerdings gelieferten Uebersetzung des Sendschreibens **Liebig's** an die Landwirthe Großbritanniens.

Meine mit phosphorsaurem Natron, neben Salpeter und Salpeter und Zucker, gedüngten Pflanzen, welche ich dem gedachten Herrn bei dieser Gelegenheit vorzeigte, haben nun folgendes Resultat geliefert:

In Bergsand gewachsen.

64) 3 Pflanz., an Gew. 89 Gran, hatten 24 K. Gerste u. 6 K. Hafer.
65) 4 „ „ „ 77 „ „ 25 „ „ „ 8 „ „

In Ziegelthon gewachsen.

66) 4 Pflanz., an Gew. 40 Gran, hatten 17 K. Gerste u. 7 K. Hafer.
67) 4 " " " 98 " " 58 " " " 7 " "

Wenn nun auch der Ertrag auf dem Bergsand nicht größer ist, als welcher bei den Versuchen ohne phosphorsaures Natron stattgefunden, so haben die Pflanzen auf dem Ziegelthon doch einen viel größeren Ertrag gebracht, als die auf Ziegelthon mit Salpeter, welche kein phosphorsaures Natron empfangen hatten. Der Zucker hatte in dem einen Versuche gewirkt, in dem andern nicht, wenn überall der Unterschied von demselben hergekommen ist.

Auf jeden Fall eignen sich diese Versuche zu weiteren Prüfungen, und wäre zu wünschen, daß mehr vergleichende Versuche damit angestellt würden.

Das scheint übrigens gewiß zu sein, daß einige dieser Elemente sich in den Pflanzen gegenseitig vertreten können, welches auch bereits von manchen Chemikern mit Rücksicht auf die Basen angenommen ist.

Es heißt weiter: „Die Voraussetzung, daß die von außen aufgenommenen Nahrungsstoffe **unverändert** in die Pflanze übergehen mußten, hat vielleicht am meisten dazu beigetragen, daß die mancherlei Widersprüche über die Ernährungsart der Pflanze ungelöst geblieben sind. Aus der bloßen Kohlensäure konnte man die Bestandtheile des Holzsaftes, die Gummi- und Zuckerbildung, die Bildung der Wein- und Essigsäure niemals erklären u. s. w."

Wir haben nicht diese Ansicht getheilt und glauben auch nicht, daß sie von jemandem in dem Grade getheilt worden ist. Im Gegentheil ist eine weit ausgebreitete Ansicht dahin gegangen, daß die Pflanzen die Gabe besitzen, selbst die bekannten Elemente, welche wir als einfach ansehen, weiter zu zersetzen und umzuformen. Diese Ansicht ist bereits weiter von uns erörtert worden und sehen wir auch durchaus nicht ein, wie es erforderlich sein sollte, den Pflanzen diese Zauberkraft einzuräu-

men. Wir sehen die Nothwendigkeit hiervon um so weniger ein, da der Grad der Analyse, so weit die Chemie bisher gedrungen ist, bei unsern Untersuchungen ausreicht, und da es eine Glanzseite der Wissenschaft ist, daß wir in ihrem jetzigen Zustande mit unsern Untersuchungen so weit kommen können, und schon jetzt Aussicht haben, noch viel weiter dringen zu können, wenn die erforderlichen Versuche nur ordentlich geleitet werden.

Entstehung des Lebenssaftes.

§. 44.

Die Worte: „Die Entstehung der Stoffbildung in den Kügelchen, des Lebenssaftes aus dem Holzsafte ist nur unter Mitwirkung der Sauerstoffaushauchung durch die Respiration der grünen Pflanzentheile im Lichte erklärlich;" und ferner: „Die Entwickelung des Lebenssaftes steht daher im Verhältniß mit der die Sauerstoffaushauchung hervorrufenden Einwirkung der **verschiedenen Lichtgrade** auf die Pflanzen," stehen mit dem im §. 41 Gesagten in geradem Widerspruch. Die Wichtigkeit des Sonnenlichts bei der Stoffbildung in den Pflanzen wird hier ausdrücklich behauptet.

Mag es nun auch sein, daß der Holzsaft der Bäume, wie der Verfasser annimmt, erst in Lebenssaft umgewandelt werden muß, ehe er durch den weiteren Verlauf der Vegetation in die Pflanzensubstanz übergeht, so wird man doch immer besser thun, einen Unterschied zu machen in der Ernährungsgeschichte der Bäume und der übrigen Pflanzen. Diesen Unterschied, den die Erfahrung lehrt, habe ich in meiner Schrift: „Die Ernährung der Pflanzen" nachgewiesen. Auch habe ich dort gezeigt, wie verschieden die hierin begründeten Ansprüche der verschiedenen Pflanzen an eine kräftige und an keine Düngung sind.

Die von uns angenommene Theorie der Wasserzersetzung wird auch hier die mitgetheilte stärkere Stoffbildung bei stärkerer Einwirkung des Sonnenlichts erklärlich machen; wird,

ohne zur Desoxydation unsere Zuflucht nehmen zu dürfen, begreiflich machen, daß „die Menge der Kügelchen und das dadurch bewirkte Milchigwerden des Lebenssaftes daher im Allgemeinen in den stärkern Lichtgraden in den wärmern Ländern zunimmt,“ wird endlich das Entstehen der kohlenstoff- und **wasserstoff**reichen Bestandtheile, welche unter diesen Umständen vorkommen, des Wachsfetts, der dem Humus ähnlichen Kügelchensubstanz, des Elastin u. s. w. erklären.

So sehe ich auch nicht ein, warum man den durch die Vegetation weiter verdickten Saft der Pflanzen gerade allein Lebenssaft nennen soll, da doch gewiß jeder Saft, welcher in der lebenden Pflanze befindlich, Lebenssaft genannt werden kann, welcher einer fortwährenden Zersetzung und Verdichtung durch Einwirkung der Dynamide unterworfen ist.

Salze und Säuren des Lebenssaftes.

§. 45.

„Die verschiedenen alkalischen und erdigen Salze dürfen wir im Allgemeinen als Reizmittel für die Lebenserregung der Gefäße und des Zellgewebes ansehen.“

Die Bezeichnung dieser Salze als Reizmittel finde ich sehr unrichtig, zumal dieser Ausdruck bei den Landleuten schon zu vielen falschen Ansichten und Fehlschlüssen geführt hat. Wie wichtig die Basen und manche Salze für das Gedeihen der Pflanzen sind, haben sowohl frühere Versuche, als auch später von mir angestellte gezeigt. Eben so wenig, wie Pflanzen ohne Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff wachsen können, eben so wenig können sie es ohne Alkali oder alkalische Erden. Ob auch die Gegenwart von Schwefel, Phosphor, Eisen u. dgl. immer nothwendig ist, muß noch, wie bereits gesagt, erst durch wiederholte Versuche ausgemittelt werden. Dagegen scheint die Gegenwart von Thonerde bei einigen, von Kieselerde bei andern Pflanzen nothwendig, z. B. beim Waizen die erstere und beim Roggen die letztere. Diese Erscheinung stimmt wieder

mit der allgemeinen Erfahrung in der Landwirthschaft überein, weshalb auch der Thonboden „Waizenboden," der Sandboden „Roggenboden" genannt wird.

Manche Erscheinung bei unsern Experimenten liefert uns einen Beleg zur Berichtigung unserer Ansicht, wenn die Versuche auch nicht gerade darauf gerichtet waren. Der **Versuch** V wird davon einen Beweis liefern.

Um den relativen Einfluß von vier Salzverbindungen auf das Gedeihen unserer Getreidearten zu erproben, ließ ich mir 5 Kasten aus Holz anfertigen, mit Oelfarbe anmalen, und füllte sie mit unfruchtbarem Bergsand. In jeden dieser 5 Kasten pflanzte ich am 3. Nov. 1844 32 Körner Waizen und 32 Körner Roggen. Den ersten Kasten bestreute ich gar nicht; den zweiten mit einem Loth salpetersauren Ammoniaks; den dritten mit einem Loth salpetersauren Kali's; den vierten mit einem Loth salpetersauren Natrons, und den fünften mit einem Loth schwefelsauren Ammoniaks. Die Kasten bekamen alle einen gleichen Stand in meiner Stube vor dem Fenster an der Südostseite des Hauses; sie nahmen grade die Fensterbank ein.

Die Getreidekörner liefen alle ziemlich gleichmäßig auf, nur hielten sich diejenigen, welche die Düngsalze bekommen hatten, etwas zurück. Die Pflanzen wurden immer gleichmäßig mit fließendem Wasser begossen. Die Pflanzen im zweiten Kasten, mit dem salpetersaurem Ammoniak, fingen bald an zu schimmeln und starben nach und nach ab, so daß am 7. April 1845 nur noch 13 Waizen- und eine Roggenpflanze kümmerlich fortlebten. Hierauf fingen die Pflanzen im fünften Kasten mit schwefelsaurem Ammoniak, an braun zu werden und starben nach einander ab bis auf 11 Waizenpflanzen und 1 Roggenpflanze, welche auch sehr kümmerlich fortlebten. Ob nun dieser nachtheilige Einfluß von salpetersaurem und schwefelsaurem Ammoniak in den angewandten Salzen gelegen hat, oder ob nur **zuviel** davon genommen ist? — wir möchten uns jetzt für die letztere Ansicht entscheiden. Um dieselbe Zeit wa=

ren alle Pflanzen in dem ersten Kasten, welcher Nichts bekommen hatte, bedeutend zurückgeblieben und wurden mit jedem Tage dürftiger.

Im vierten Kasten, mit salpetersaurem Natron, waren die Pflanzen um diese Zeit schon bedeutend besser; es waren freilich einige von den Roggenpflanzen ausgegangen. Nach dieser Zeit fingen die Pflanzen in diesem Kasten an sich noch mehr zu bessern.

Am besten befanden sich die sämmtlichen Pflanzen im dritten Kasten, welcher salpetersaures Kali bekommen hatte.

Schon seit einiger Zeit hatten sich auf den mehrsten Blättern der Waizenpflanzen kleine Pilze eingefunden, ähnlich weißem Sammet, welche im Sonnenschein glänzten, als ob sie von Krystall wären, und in Gruppen zusammenstanden, jeder einzelne geformt wie eine kleine Nadel, unten spitz und oben dick.

Diesen krankhaften Zustand auf den Waizenpflanzen schrieb ich anfänglich der Stubenluft zu; um daher mehr Leben und Gesundheit zu bewirken, setzte ich dem Wasser, womit die Pflanzen begossen wurden, etwas Zuckerlösung zu, und stellte die Kasten vor das Fenster an der Südwestseite des Hauses, weil diese freier belegen ist und sich nicht hier, wie an der andern Seite, außen Bäume befinden.

Indessen alle die genommenen Vorsichtsmaaßregeln wollten nicht anschlagen, der pilzartige Ausschlag auf den Blättern der Waizenpflanzen nahm immer mehr überhand und das Endresultat war: daß sämmtliche Waizenpflanzen starben.

Da nun aber die Roggenpflanzen gesund geblieben, auch Waizenpflanzen bei ähnlichen Versuchen, welche auf unfruchtbarer Erde gezogen waren (Versuch II), gleichfalls gesund geblieben sind; so muß die Ursache dieser Erscheinung allein in der Beschaffenheit des Sandes gelegen haben, auf dem diese Pflanzen gezogen sind.

Betrachten wir nun die oben angeführten Erscheinungen näher, so sprechen sie für die Annahme, daß die nadelförmigen Pilze, welche sich auf der Epidermis der Pflanzen eingefunden, und welche zuletzt ihre ganze Existenz vernichtet, Kieselsäure enthalten, von welcher anzunehmen, daß sie nicht für den Roggen nachtheilig ist.

Am 7ten April waren auf dem 2ten und 5ten Kasten die Pflanzen alle, bis auf Eine, ausgegangen; ich pflanzte daher wieder neue Körner hinein, und zwar in No. 2 = 10 Körner Gerste und 10 Körner Hafer, in No. 5 = 12 Körner Gerste und 12 Körner Hafer; zugleich steckte ich in No. 1 zwischen die andern Pflanzen 5 Körner Gerste und 5 Körner Hafer; in No. 3 = 2 Körner Gerste und 2 Körner Hafer, und in No. 4 = 5 Körner Gerste und 5 Körner Hafer.

Hierbei bemerke ich nun, daß alle abgestorbenen Pflanzen immer auf dem Kasten, worin sie gewachsen, zurückgeblieben sind, und daher also diese Kasten durch die abgestorbenen Pflanzen als Dünger einen Vorzug erhalten haben.

Abgesehen davon, daß die abgestorbenen Pflanzen bei ihrer Auflösung durch die analoge Beschaffenheit der Körner schon einen Einfluß ausüben mußten, so konnte sich auch in dem halben Jahre, während dessen das Ammoniak darin gewesen, dieses in seiner Beschaffenheit durch Einwirkung der Luft verändert haben. Die Gersten- und Hafer-Körner trieben jetzt Pflanzen, welche besser gediehen. Das Ammoniak hat die Eigenschaft, unter Einwirkung der Luft in Salpetersäure und Wasser umgewandelt zu werden. Die Salpetersäure verbindet sich mit den basischen Bestandtheilen des Sandes und wir können uns nicht mehr wundern, daß nun der aus dem Ammoniak und den Basen des Sandes gebildete Salpeter hier dieselbe günstige Wirkung auf das Gedeihen der Pflanzen ausübte, wie überall bei den andern Versuchen. Auch mit dem schwefelsauren Ammoniak konnte eine Veränderung vorgegangen sein, indem sich etwa die Schwefelsäure mit dem Thon- und

Kaligehalt des Thons und des Sandes zu Alaun verbunden haben kann, das Ammoniak dagegen zu Salpetersäure und Salpeter, wie bei dem vorigen Versuche, sich verändert haben. Wenigstens sprach für diese Ansicht der Umstand, daß die Versuchstöpfe, welche mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngt waren, immer sämmtlich einen weißlichen efflorescirenden Anflug, ähnlich wie von Alaun, bekamen.

Mag es nun hierin der Grund liegen, oder darin, daß die Salze durch die Länge der Zeit, unter Einwirkung der Luft, einen Theil der ätzenden Kraft verloren hatten, genug, die Körner trieben neue Pflanzen, welche später reiften und, wie wir sehen werden, ein gutes Resultat lieferten.

Bei diesen Versuchen muß noch bemerkt werden, daß die Pflanzen anfänglich mit fließendem Wasser, daß sie nachher mit demselben destillirten Wasser begossen wurden, wie bei Versuch III, und daß wir wieder anfingen, mit fließendem Wasser aus dem Flemhuder See zu begießen, als wir sahen, daß die Pflanzen nicht recht Körner ansetzen wollten.

Davon rührte es her, daß die Pflanzen in der Zeit, wo der Roggen Körner bilden sollte, nicht so recht wachsen und ansetzen wollten. Da ich, dieses bemerkend, den Pflanzen wieder von dem fließenden Wasser geben ließ, hatte die Gerste noch so viel Kraft, welche bereits den andern Pflanzen fehlte, daß sie ganz neue Schüsse trieb, mit großen vollständigen Aehren, welche noch reif wurden und folgendes Resultat geliefert haben:

1. Der Kasten, welcher nichts bekommen hatte, brachte Roggen-, Gerste- und Haferpflanzen, welche 34 Gran wogen; mit 6 Gran Roggen, 3 Gran Gerste und 3 Gran Hafer an Korn.

2. Der mit salpetersaurem Ammoniak gedüngte Kasten brachte Gerste- und Haferpflanzen, welche 370 Gran wogen; mit 121 Gran Gersten- und 17 Gran Haferkörnern.

3. Der mit salpetersaurem Kali gedüngte Kasten brachte Roggen- und Gerstenpflanzen, welche 293 Gran wogen; mit 50 Gran Roggen- und 35 Gran Geestenkörnern.

4. Der mit salpetersaurem Natron gedüngte Kasten brachte Roggen- und Gerstenpflanzen, welche 190 Gran wogen; mit 32 Gran Roggen- und 20 Gran Gerstenkörnern.

5. Der mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngte Kasten brachte Gersten-, Roggen- und Haferpflanzen, welche 313 Gran wogen; mit 36 Gr. Gersten-, 2 Gran Roggen- und 20 Gr. Haferkörnern.

Wenn man nun bei diesen Versuchen sieht, wie sich der Ertrag im Ganzen nach dem Stickstoffgehalt der Düngsalze gerichtet hat, wenn einzelne Abweichungen nicht zu strenge auf die Waage gelegt werden, so wird sich doch noch auffallend dabei zu erkennen geben, wie wichtig diese Erscheinungen für die Landwirthschaft sind, grade weil wir uns daraus die Richtschnur entlehnen können, um zu einer normalen Behandlung des Düngers zu gelangen.

Ich will damit nicht sagen, daß wir damit schon am Ziele wären, nein, es müssen noch viele Forschungen angestellt werden, um eine feste Grundlage zu gewinnen; **das** Resultat aber steht fest: **daß wir uns auf der rechten Bahn befinden,** um zu unserem vorgesteckten Ziele zu gelangen.

Um indessen wieder auf unsere Behauptung zurückzukommen, daß die Bezeichnung der erdigen und alkalischen Salze als Reizmittel sehr falsch ist, erlaube ich mir nur die Bemerkung, daß der Salpeter grade ein solches Salz ist und dieser sich doch in allen meinen Versuchen, wie auch in diesen so eben mitgetheilten, als eine directe Nahrung bei den Cerealien bewährt hat; immer zuverlässiger kann ich annehmen, daß die Salpetersäure zur Bildung des Eiweißstoffes in den Pflanzen diene, wie auch, daß das Alkali, welches als Salzbasis mit dieser Säure in die Pflanzen gelangt, ganz vorzüglich dazu

beiträgt, der Pflanze in ihrem Zellgewebe mehr Festigkeit zu geben.

Nicht allein die Kleesäure, welche am Tage durch den frei gewordenen Wasserstoff aus der Kohlensäure (§. 7) in den Pflanzen gebildet wird, bindet die Alkalien und basischen Erden in derselben, zum Theil zu unauflöslichen Salzen (§. 9), indem sie die Kohlensäure frei macht, sondern es mag auch sehr richtig sein, daß die andern Säuren: Phosphorsäure und Schwefelsäure, wie **Schultz** anführt, durch die Kleesäure aus ihrer Kalkverbindung ausgeschieden werden, damit etwa das Radikal dieser Säuren in den Pflanzen zu einer andern Bestimmung gelangen könne.

Ursprung des Stickstoffs im Lebenssaft.

§. 46.

Professor **Schultz** sagt: „Was den Ursprung der Stickstoffverbindungen im Holzsaft und im Lebenssaft betrifft, so haben wir alle Ursache, diesen ebenfalls vorzüglich aus dem ammoniakhaltigen Humus des Bodens abzuleiten. Daß die Pflanze das Ammoniak aus der Luft erhalten, also Einen Bestandtheil ihrer Nahrung aus dem Boden, den Andern aus der Luft nehmen sollte, ist für sich schon höchst unwahrscheinlich, da der Pflanze im Boden ja schon eine Stickstoffverbindung in dem Humus geboten ist, und es offenbar natürlicher ist, daß sie ihre Nahrung als ein Ganzes zugleich aufnimmt, als daß sie von zwei Seiten her ihre verschiedenen Bestandtheile zusammenziehen sollte.“

Wenn der Verfasser früher bei seiner Erklärung über die Cyklose nur Bäume im Auge gehabt und von der Eigenschaft des Saftes derselben auf die Ernährung sämmtlicher Pflanzen übergegangen ist, indem er seine Experimente über Entwicklung des Sauerstoffs aus den Säuren und sauren Salzen daran gereihet hat, so weicht er hier wiederum ganz und gar von

dieser Erklärungsweise ab und stellt alle stickstoffhaltigen Pflanzen solchen gleich, welche auf einem gedüngten Boden angebauet worden. Er scheint nicht zu bedenken, daß es viele und große Gewächse giebt, welche auf einem Boden wachsen, der nie Dünger bekommen hat, und daß also auch nicht **bei diesen** der Stickstoffgehalt aus dem Humus des Düngers abgeleitet werden kann.

Da nun solche Bäume und Gewächse zusammengenommen eine große Quantität stickstoffhaltiger Bestandtheile enthalten, auch sehr oft keine Quellen mit stickstoffhaltiger Quellsäur hinzu kommen können, sondern nur allein durch den Regen angefeuchtet werden, so kann bei diesen der vorhandene Stickstoff nur auf zwei Wegen den Pflanzen aus der Atmosphäre zugeführt werden. Der eine ist die unmittelbare Berührung durch Aufnahme vermittelst der Blätter aus dem atmosphärischen Stickstoff oder den beigemengten stickstoffhaltigen Producten der Zersetzung organischer Körper; der andere, wie er von mir schon mehrfach angedeutet ist, indem diese Bestandtheile sowohl wie die Kohlenstoffsäure, welche der Dunstkreis mit sich führt, **vom Wasser aufgenommen und durch dieses den Pflanzen zugeführt wird.**

Der letzte Gang scheint mir der wahrscheinlichste, und so läßt es sich auch erklären, wie bei den Versuchen, welche ich mitgetheilt habe, diejenigen Pflanzen, welche fortwährend mit destillirtem Wasser begossen sind (§. 32), fortwachsen konnten und reife Früchte gebracht haben, und ist es zugleich deutlich, wie diejenigen Pflanzen, welche auf Sand gewachsen, ein **viel** günstigeres Resultat geliefert haben, als die auf Thon. Der Thon ist nemlich gegen das Eindringen der Luft geschlossen und die Feuchtigkeit des destillirten Wassers konnte sich in demselben nicht mehr in demselben Grade mit den beigemengten Bestandtheilen der Luft schwängern.

Warum wollen wir denn nun von dieser schönen Erfahrung keinen Gebrauch machen? Warum wollen wir nicht die

Wohlthat benutzen, auch aus dem Reichthum der Luft einen Nutzen zu ziehen? Warum wollen wir nicht den Pflanzen durch gute Bearbeitung des Bodens und durch gute Düngung die Kraft verleihen, auch aus der Luft einen großen Theil zu sich nehmen zu können, um uns dasjenige zu ersetzen, welches der Landmann auch zur Erhaltung des Lebens für unsere Brüder, welche keine Landleute sind, vom Grund und Boden wegführet? — **Gewiß, der Schöpfer ist ein besserer Haushalter, als wir Alle, und werden sämmtliche Demonstrationen der Herren Professoren ihn nicht irre machen.**

Sehr oft hat der Boden, bevor die Bäume darauf wuchsen, auch keinen Stickstoff enthalten als den wenigen, den der Regen hingeführt, und dieser wenige Stickstoff mußte doch in Verbindung mit dem wenigen, welchen der Regen immer wieder aufs Neue aus der Atmosphäre entnahm, ausreichen, um den sämmtlichen Eiweißstoff, die Alkaloide u. s. w. in diesen Bäumen zu erzeugen, wenn wir nicht annehmen wollen, daß die Pflanzen die Eigenschaft besitzen, den Stickstoff der atmosphärischen Luft binden zu können. Diese Eigenschaft scheint nun nach **Boissingault**, den Hülsenfrüchten eigen zu sein, wenn diese es nicht auf dieselbe Weise erhalten, wie meine Versuche solches in Hinsicht der Kohlensäure bei den Pflänzen gezeigt haben, welche ich mit destillirtem Wasser begossen habe; dadurch nemlich, daß auch das Wasser, welches **er** zum Begießen der Hülsenfrüchte genommen, auf ähnliche Weise die Salpetersäure und das Ammoniak aus der Luft aufgenommen hat.

Die Betrachtungen des Professors **Schultz**, daß das kohlensaure Ammoniak die Vegetation stört, sind ähnlich meiner anfänglichen Beobachtung über das schwefelsaure und salpetersaure Ammoniak, welche ich zu §. 45 mitgetheilt habe. Dieser Nachtheil hat aber, wie wir gesehen, später aufgehört, ebenso dann, wenn die Pflanzen diese Salze in kleinen Quantäten erhalten haben.

Oft scheint aber auch bei diesen Düngsalzen die Gegenwart von Thon oder Sand erforderlich. Ob nun der Thon, nach **Liebig**, allein durch seinen Kaligehalt wirkt, müssen wir vorläufig noch dahingestellt sein lassen.

Daß „es also vielmehr Ammoniak — Gummata und Ammoniak — Saccharate sind, die den Zustand bilden, in denen das Ammoniak in die Pflanzen geht,“ kann nicht allemal richtig sein, da ich schon allein durch eine Gabe von salpetersaurem Kali die größte Fruchtbarkeit erlangt habe auf einem Boden, welcher sonst nichts tragen wollte, wenn nur die Pflanzen zugleich mit kohlensäurehaltigem Wasser begossen wurden.

Ich will durchaus nicht behaupten, daß keine Pflanze sich des Ammoniaks als solchen, oder in Verbindung mit Gummi, Zucker, Säuren oder dgl. als Nahrung bediene, im Gegentheil möchte dieses bei manchen vorzugsweise der Fall sein. Auf jeden Fall kann das Ammoniak des Bodens sowohl, wie des Regenwassers, also auch der Luft, in Salpetersäure umgewandelt werden, gleichwie diese, nach **Liebig**, auch schon im Regenwasser enthalten ist. Ja, was noch mehr ist: es ist von den Naturforschern selbst die Verwandlung des Stickstoffs der atmosphärischen Luft durch die Electricität beobachtet worden; woher denn auch zum Theil die große Fruchtbarkeit der Gewitterregen kommen mag.

Auch können die Wurzeln der Pflanzen wahrscheinlich eben sowohl die ammoniakalischen Bestandtheile des Humus in Salpetersäure verwandeln, wie nach Professor **Schultz**'s Experimenten durch Einwirkung der Pflanzen neutrale Lösungen von Zucker und Gummi in Säuren umgewandelt werden.

Diese Umwandlung wird nun wohl vorzüglich des Nachts, wenn die negative Dynamide der Erde zuströmt und die negativen Sauerstoffsatome mit sich führt, bewirkt werden.

Bedeutung des Lebenssaftes bei der Pflanzenernährung.

§. 47.

Durch die katalytische Kraft, welche die weise Hand des Schöpfers in jedem Keime des Samenkorns niedergelegt hat, werden in allen jungen Pflanzen immer wieder dieselben Formen gebildet, woraus die Mutterpflanze früher bestanden hat. Diese Eigenschaft steigt bei dem Wachsthume der Pflanze, wirkt durch die Wurzel auf die Nahrung, welche solche im Boden umgiebt, ähnlich wie im Samenkorn das Stärkemehl, welches den Keim umlagerte, durch diese Kraft in Gummi umgewandelt wird.

Dieser Einfluß wird von den Pflanzen sowohl auf die im Boden vorhandenen humosen Bestandtheile, wie auch auf diejenigen, welche der Regen ihnen zuführt, ausgeübt und so wird die Nahrung schon in eine dienliche Form umgewandelt, ehe sie in die Pflanze hineindringt und wird in der Pflanze selbst, mit jeder Linie, mit jedem Zolle, mit jeder Spanne, welche der Saft weiterdringt, durch diese Dynamide weiter verarbeitet. Auf solche Weise treten die Bestandtheile der Pflanze in dem Lebenssafte immer deutlicher hervor, concentriren sich entweder in dem Holze oder lagern sich in der Borke oder sonst ab, und bringen Stoffe hervor, welche wir später als die nothwendigen Bestandtheile der Pflanze anerkennen; mögen sie nun Producte des Lebens oder Secrete derselben sein. So wie wir nun durch die fortgesetzte Thätigkeit der Pflanze allmählig die Bestandtheile, welche jeder Pflanze eigenthümlich sind, in dem Lebenssafte entstehen sehen, so ist es nothwendig, daß fortwährend daraus eine Verkörperung hervorgeht, die wir das Wachsthum der Pflanze nennen, und daß sich bei dieser Verkörperung alle die Bestandtheile des Lebenssaftes, concentrirt in den mannigfaltigsten Stoffen und

Formen, wieder vorfinden; daß also das Resultat des Wachsthums allemal dasselbe ist, wie dasjenige, wobei das einzelne Samenkorn gebildet wurde, vorausgesetzt, daß die zur Ernährung erforderlichen Bedingungen während dieser Periode in quantitativer und qualitativer Hinsicht vorhanden waren.

Mag es nun für die wissenschaftliche Botanik noch so interessant sein, zu erfahren, ob zu der Bildung verschiedener Stoffe in den Pflanzen besondere Organe vorhanden sind, oder ob die Stoffbildung in der ganzen Pflanze vor sich geht, für die Landwirthschaft kommt dieses wenig in Betracht. Auch wäre dieser Punkt noch zu unentschieden, als daß daraus schon jetzt eine praktische Nutzanwendung sich ziehen ließe. Daß wir aber völlig unfähig sein sollten, die vegetativen Stoffbildungen, ohne Rücksicht auf die bildenden Organe, direct aus chemischen Umbildungen der Stoffe zu verstehen, kann ich nicht einräumen. Sind die Hypothesen und Berechnungen nur auf wirklich bestimmte Kräfte und Naturerscheinungen gegründet, so liefern sie uns wenigstens den Beweis der Möglichkeit, daß eine ähnliche Stoffumbildung in der Pflanze vor sich gehen könne. Kann nun vollends die Chemie auf solchem Wege ein ähnliches Resultat erlangen, so werden diese Schlußfolgerungen um so wahrscheinlicher, und können wir durch sie einen Weg ausmitteln, nach welchem Vegetationsversuche anzustellen sind, um den erwünschten Aufschluß zu erlangen.

Der Landmann soll suchen, folgende 3 Fragen beantwortet zu erhalten:

a) Welches ist die wahre Nahrung der von ihm cultivirten Pflanzen?

b) Auf welche Weise hat man bisher diesen Pflanzen solche Nahrung zubereitet und zugeführt? und

c) Wodurch kann das bisherige Verfahren verbessert werden, um die gestellte Aufgabe leichter und zweckmäßiger zu lösen?

Es ist wohl unzweifelhaft gewiß, daß die Lösung dieser Fragen für die Landwirthschaft von großer Wichtigkeit ist, und der Wunsch, jene Lösung zu fördern, hat mir in meiner Abhandlung über die Ernährung und das Wachsthum der Pflanzen stets vor Augen geschwebt.

Bevor wir weiter fortschreiten können, um die beiden andern Fragen zu beantworten, muß besonders die erste ganz und gar ausgemittelt werden, und wenn ich auch glaube, schon auf manchen wichtigen Punkt aufmerksam gemacht zu haben, so sind wir doch noch lange nicht am Ziele, sondern müssen noch viele Versuche anstellen, bevor wir zu einem ganz klaren und deutlichen Bewußtsein über diese Angelegenheit gelangen. Durch die von mir mitgetheilten Versuche hoffe ich wieder etwas weiter gekommen zu sein, wie wichtig bei Verfolgung dieses Plans indessen die Mitwirkung eines tüchtigen Experimentators in der Chemie wäre, davon überzeuge ich mich täglich mehr.

Die vielen Geschäfte, womit ich überhäuft bin, der Umstand, daß ich dieses Fach der Forschung nur als Nebensache bei der eignen praktischen Bewirthschaftung meines Gutes, betreiben kann, der Mangel an Apparaten und Reagentien, so wie geringe Uebung im Experimentiren, werden mich also veranlassen, auf Grundlage der Analysen anderer anerkannt tüchtiger Chemiker Voraussetzungen zu bauen und aus den vergleichenden Vegetationsversuchen, so wie aus den erlangten Resultaten, auf die Richtigkeit oder Unrichtigkeit der Annahmen zu schließen.

Wissen wir nur, wie und auf welche Weise die cultivirten Pflanzen die Nahrung, welche die Natur nicht genugsam oder gar nicht giebt, verlangen, so können wir schon prüfen, ob in der bisher üblichen Methode die Absicht vollkommen erreicht worden ist und wodurch sie später zu vervollkommnen sei.

Aus diesen angeführten Gründen ist es ganz richtig, wenn der Prof. **Schultz** sagt pag. 98: „Wir müssen den Quellen

des Wachsthums der Pflanzen erst auf den Grund gehen, ehe wir einen befriedigenden Aufschluß über die Stoffbildungen erhalten können." Wenn er aber immer wieder bei Erforschung der Quellen auf sein Lieblingsthema, den Lebenssaft, zurückkommt und aus seinen angestellten Experimenten beweisen will, daß die Kohlensäuretheorie nicht ausreiche; wenn er **hier** auch einräumt, daß die Pflanzen etwas Kohlensäure neben andern Säuren einsaugen und zersetzen können, so kann uns **seine neue Theorie durchaus nicht genügen**, besonders wenn unsere angestellten Versuche mehr bestätigt werden: **daß die vom Prof. Schultz als wahre Pflanzennahrung angepriesenen vegetabilischen Salze und Säuren — Essigsäure, Weinsäure und Kleesäure, allein und in verschiedener Verbindung mit Kali — durchaus keinen günstigen Einfluß auf das Wachsthum unserer Getreidearten ausüben.**

Somit könnte ich denn füglich meine Bemerkungen zu der wahren Pflanzennahrung des Prof. **Schultz** schließen; allein da das Werk desselben, abgesehen von der Unrichtigkeit seiner neuen Theorie, so manches Gute enthält, so werde *ich* fortfahren, die Revision seiner Ansicht weiter fortzuführen.

Aussicht zu einer Agriculturphysiologie.

§. 48.

Der Verfasser sagt: „Die bisherigen Bemühungen zu einer rationellen Cultur der Pflanzen laufen im Wesentlichen auf einen Vergleich der chemischen Bestandtheile im Pflanzenkörper — und dessen Producten in den chemischen Bestandtheilen des Bodens oder der vegetabilischen Nahrungsmittel hinaus." Weiter sagt er: „Die **Nahrungsmittel** sind wie die **Luft** und das **Wasser** Lebensbedingungen der Pflanze, wie die aus den Nahrungsmitteln zu bildenden Stoffe größtentheils die Residuen des Pflanzenlebens sind."

Hier wird ein Unterschied gemacht zwischen Nahrungsmitteln und Lebensbedingungen, wie auch schon früher mit Reizmitteln. — Nach der von mir mitgetheilten Ansicht können alle Körper, welche in die Pflanzen eindringen, also auch das Wasser und die Luft, durch die Pflanzen auf ihre entfernteren Bestandtheile (Elemente) zurückgeführt werden, wobei die neuen proportionellen Verhältnisse wieder Gelegenheit zu neuen Pflanzenbestandtheilen geben.

Hat nun **Schultz** immer das Wasser von dem Einfluß in der Zersetzung der Pflanze, sei es nun durch das Pflanzenleben oder durch den hydro-elektrischen Strom, nebst ihrer Mutter, der Sonne, der eigentlichen Lebensbedingung, aus der Berechnung gelassen, so konnte er auch nicht darauf kommen, wie die Bestandtheile der Pflanzen schon aus der Kohlensäure, welche keinen Wasserstoff enthält, hervorgehen konnten, verwarf also natürlich die ernährende Eigenschaft einer Substanz, welche namentlich in der ganzen Natur der wildwachsenden Pflanzen eine so wichtige Rolle spielt.

Gleich wichtig war die Entdeckung des Ammoniaks in der Luft und dem Regenwasser, um nachzuweisen, woher das viele Eiweiß in den vielen wildwachsenden Pflanzen komme. Es konnte daher in der Sache selbst **mit Recht kein Vorwurf** daraus erwachsen, daß **Liebig** den Engländer **Murray** durch eine fehlerhafte Nutzanwendung verleitete, einen schlechten Patentdünger zu bereiten. Bedenkt man, daß das Ammoniak sich in Salpetersäure verwandeln kann, daß diese sowohl, wie die bereits vorhandene Salpetersäure des Regenwassers, die größte Neigung hat, mit den Basen und basischen Erden Verbindungen einzugehen; die daraus entstandenen Salze aber wieder, in Wasser aufgelöset, in die Pflanzen eindringen, um die Pflanzen zugleich mit Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Kali, Kalk u. dgl. zu versorgen, daß das kohlensaure Wasser zugleich den Beitrag an Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff liefert: so wird man, den **künstlichen** Patentdünger für un-

praktisch erkennend, doch eingestehen müssen, daß Kohlensäure, Ammoniak und Salpetersäure nebst Wasser, bei der Ernährung der Pflanzen von großer Wichtigkeit sind.

Hierfür sprechen denn auch noch die pag. 36 ad 26 mitgetheilten Experimente des Prof. **Schultz**, ganz besonders aber sämmtliche Versuche, welche ich angestellt und mitgetheilt habe, oder auch noch mittheilen werde.

Cultur der Keimung.

§. 49.

Ein wesentlicher Punkt ist, daß alle chemischen Veränderungen beim Keimen der Samen nur stattfinden unter der Bedingung, daß der Keim im Samen lebt. Lebt der Keim nicht mehr, hat er seine katalytische Kraft verloren, so kann er nicht mehr die disponirende Veränderung der übrigen Bestandtheile im Samen ausüben, es kann keine Pflanze gebildet werden. Um diese Kraft zu erhalten, muß der Same stets vorsichtig und gut gegen nachtheilige Einflüsse von außen geschützt werden, welche ihm diese wichtige Eigenschaft nehmen können. Es ist aber auch zu beachten, daß die Samen der verschiedenen Pflanzenarten ein ungleiches Vermögen besitzen, diese Kraft zu bewahren, daß die eine Art ihre Keimkraft früher verliert als die andere, und ist diese ungleiche Eigenschaft hinlänglich bekannt in der Praxis.

„Der Grund der Lebenserregung des Keims wird den Grad der Auflösung und der chemischen Veränderungen der Nahrungsstoffe im Samen bestimmen; ist dieser Grad der Lebenserregung groß, so wird die Auflösung vollständig, ist er geringe, so wird sie nur unvollständig erfolgen, und dadurch wird dann die erste Entwicklung des Keims mehr oder weniger große Verschiedenheiten zeigen.“ — Sind aber die ersten Wurzeln und Blätter einer keimenden Pflanze nicht vollständig ausgebildet, so ist sogleich die Kraft, Nahrung von außen ein-

zusaugen und zu verarbeiten, geschwächt, und dadurch der Grund zu einem kümmerlichen Wachsthum der ganzen Pflanze gelegt; wie umgekehrt die erste kräftige Einwirkung des Keims die Grundlage zu einer kräftigen Ausbildung der ganzen Pflanze erhalten kann.“ Diese angeführten Worte des Prof. **Schultz** sind so wahr, daß wir nicht genug Sorgfalt auf Erlangung und Erhaltung einer guten gesunden Saat verwenden können.

Eben sowohl wie die kränkliche Pflanze aus einem ungesunden und unvollkommenen Samenkorn hervorgehen kann, trägt auch, bei der Keimung und nach derselben, unfruchtbare Witterung und schlechte Bestellung des Ackers dazu bei, daß die Pflanzen ungesund werden, und sind sie es erst, so vermag oft die fruchtbarste Witterung eben so wenig, wie die kräftigsten Düngmittel, die Nachtheile wieder aufzuheben; diese kränklichen Pflanzen können nicht mehr die gereichte Nahrung aufnehmen oder verarbeiten. Hierzu können auch einige im vorigen Sommer angestellte Versuche den Beweis liefern.

Die große Dürre des vorigjährigen Frühjahrs — 1844 — hatte den Getreidepflanzen schon in dem Grade geschadet, als bei denselben Versuche mit Salpeter zum Dünger angestellt wurden, daß die Pflanzen durch den Salpeter u. s. w. wohl ein gesünderes Ansehen erlangen, die Zunahme im Wachsthume indeß nicht mehr so bedeutend werden konnte, wie dieses der Fall gewesen, wenn der Salpeter oder das schwefelsaure Ammoniak gleich nach der Saatbestellung gegeben worden wäre.

§. 50.

Bei der Erklärung der katalytischen Kraft, welche **Berzelius** mit Recht zur Dynamide rechnet, habe ich pag. 82 sub f gezeigt (in meiner Schrift: die Ernährung und das Wachsthum der Pflanzen), wie viel Grund wir haben, auch das Pflanzenleben dahin zu rechnen. Die mächtig erregende Einwirkung einer Dynamide auf die andere, der Wärme auf

den Galvanismus, des Lichts auf die Elektricität u. s. w. giebt, wie ich gezeigt habe, den besten Beweis zu der Ansicht, welche **Schultz** ausspricht, indem er sagt: „daß alle Lebensbedingungen des Keimungsaktes: das Wasser, die Wärme, die Luft, das Licht, die chemischen Veränderungen der Nahrungssubstanz im Samen und die erste Ernährung des Keims nicht hervorbringen können, wenn nicht eine lebendige Einwirkung des Keims selbst auf die im Samen abgelagerten Nahrungsstoffe stattfindet.“ Diese lebendige Einwirkung übt nun gewiß die von mir angeführte katalytische Kraft aus und wird später durch das Sonnenlicht weiter unterhalten.

Wenn nun „aus diesem Gesichtspunkte alle die Einwirkungen betrachtet werden müssen, die man auf keimende Samen anzuwenden versucht hat,“ so bemerke ich nur, daß mit den sogenannten Samendüngungen sehr viel Charlatanerie getrieben ist, weil diese mit den gegebenen Grundsätzen unvereinbarlich auf durchaus unrichtige Ansichten basirt waren.

§. 51.

„Nach den von **Schultz** angestellten vergleichenden Betrachtungen ist die Einwirkung des Keims auf das ihn umgebende oder angelagerte Eiweiß im Samen durchaus der digerirenden Einwirkung der Wurzeln auf die Nahrung im Boden ähnlich.“

Die Nutzanwendung dieser Beobachtung, vorausgesetzt, daß sie richtig ist, giebt in der Landwirthschaft den Schlüssel zu manchen Erfahrungen, und wenn diese Erscheinung, welche sich sowohl bei dem Keimen der Samen, bei dem Austreiben der Blattknospen und bei der Einwirkung der Wurzeln gleich sein soll, zutrifft, so wird sie über die Erhaltung der verschiedenen Pflanzengattungen und über den ungleichen Einfluß, welchen diese bei der Fruchtfolge auf einander ausüben, wie auch schon angeführt ist, viel Licht verbreiten.

Wenn nun aber schon jedes **vollständig** ausgebildete Samenkorn die erforderliche Menge Nahrung für den Keim in sich hat, um bei genügender Feuchtigkeit, Wärme und Sauerstoff eine vollkommene Pflanze bilden zu können; wenn sogar mehr Nahrung in dem Samen enthalten ist, und ein Theil derselben in diesem Moment durch den Sauerstoff der umgebenden Luft erst als Kohlensäure entfernt werden muß: so ist es wohl natürlich, daß manche kräftige Düngmittel, angewendet auf den Samen, diesen in dem Act der Keimung zurückhalten, ja selbst nachtheilig für ihn werden konnten.

Aus diesem Grunde ist die Schlußfolgerung sehr richtig, daß „nach Analogie der Erfolge, nach denen die noch unentwickelten Spitzentriebe und Blätter einer wachsenden Pflanze die ihnen von außen dargebotenen Nahrungsmittel zu verarbeiten noch unfähig sind, schon vorauszusetzen war, wie die bekannten Ansichten über Samendüngung in Wahrheit sich durchaus nicht bewähren würden."

§. 52.

Die mitgetheilte Beobachtung: „daß man durch Berührung des Samens mit nährenden Substanzen das Keimen mehr aufhält und unkräftig macht, als beschleunigt," habe auch ich mehrfach gemacht. Wenn nun „die in Zuckerwasser eingeweichten Gerste- und Waizenkörner, wenn sie nicht fortwährend gelüftet und öfter mit Wasser abgespült werden, eine Menge Essigsäure und Milchsäure bilden," so läßt sich dieser Umstand durch die von mir pag. 132 in meiner Pflanzenernährung gegebenen Theorie leicht und deutlich erklären.

Nach dieser Theorie nimmt der Same in dem Prozeß der Keimung 5 Atome Sauerstoff aus der Luft auf; ist er nun in Zuckerwasser gelegt, so kann er den erforderlichen Sauerstoff nicht daher nehmen. Wirkt der Contact der Atome der verschiedenen polarischen Pflanzentheile doch auf die Flüssigkeit zersetzend, und finden die 5 Atome Wasserstoff, welche sich mit

den gedachten 5 Atomen Sauerstoff hätten verbinden sollen, nicht dieses Ausgleichungsmittel vor, so werden sie sich jedes Mal mit 1 Atom Zucker und mit dem nach meiner Formel am Ende freigewordenen Kohlenstoffoxyd verbinden, um zu bilden:

aus 1 Atom Zucker	C^{12}	H^{12}	O^{12}
mit dem freigewordenen Wasserstoff		H^{5}	
und gleichfalls 5 Atom Kohlenoxyd	C^{5}		O^{5}
Zusammen . .	C^{17}	H^{17}	O^{17}; worin

die Formeln enthalten sind:

für 1 Atom Milchsäure	=	C^{5}	H^{4}	O^{4}
und 3 Atom Essig (C^{4} H^{3} O^{3})	=	C^{12}	H^{9}	O^{9}
nebst 4 Atom Wasser	=		H^{4}	O_{4}
welche wieder das Resultat		C^{17}	H^{17}	O^{17}

als aus dem obigen Keimungsact hervorgegangen liefern; wodurch ein neuer Beweis für meine Theorie geliefert ist. Da nun aber bei der starken Bildung der Essigsäure, welche gewöhnlich ein Product der Pflanzenzersetzung, für den Samen ein großer Nachtheil entstehen muß, wobei der Keimungsprozeß gänzlich unterdrückt wird: so muß man suchen, diesen Nachtheil wieder aufzuheben und wird diese Absicht erreicht, wenn den in Zucker eingeweichten Körnern in dem Zustande starker Säurebildung in ihrer Umgebung Kalkwasser oder eine dünne Aschenlauge zugesetzt wird; die übermäßige Säure wird absorbirt und das Keimen geht dann von Statten, wenn die Keime noch nicht abgestorben waren.

§. 53.

Es bestätigt sich überall die Ansicht, daß die vortheilhaftesten Bedingungen zu einer guten Keimung die von mir pag. 84 angeführten Potenzen: Feuchtigkeit, gelinde Wärme, Lebensluft und Dunkelheit sind. Jeder Zusatz, welcher für

die Pflanze auch noch so wohlthätig ernährend wirkt, ist dem Samen bei seiner Entwicklung nachtheilig; es möchten denn solche sein, die andere Nachtheile entfernen helfen, wie wir in dem Vorigen gesehen haben. Die Basen und basischen Erden dienen zur Entfernung der Säuren, wenn diese durch einen **ungünstigen** Umstand gebildet werden; oder andere, wodurch die Gegenwart des Sauerstoffs herbeigeführt wird, können zur Entfernung des Wasserstoffs beitragen. Im Allgemeinen wird man daher wohl thun, keine künstliche Düngmittel auf den Samen anzuwenden, und auch zu verhindern suchen, daß die anzuwendenden künstlichen Düngungsmittel nicht in all' zu große Nähe und in unmittelbare Berührung mit der Saat kommen. Ich würde daher auch stets vorziehen, bei Anwendung des Guano's, des Salpeters und des schwefelsauren Ammoniaks erst die junge Saat auflaufen zu lassen, bevor diese Mittel übergestreut werden; denn die kräftigsten Düngmittel verzögern am meisten das Auflaufen der Samen.

Man sollte sich bei dieser Ansicht wundern über das Verfahren, den Waizen einzubeizen, woraus doch so wohlthätige Folgen auf die Gesundheit der Waizenpflanze hervorgegangen sind. Und doch läßt sich diese Erscheinung schon aus dem Vorhergehenden erklären. Bedenkt man nemlich, wie häufig der Regen um die Saatzeit des Waizens ist, in welchen schweren Boden der Waizen gesäet wird, wie stark dieser oft mit Feuchtigkeit geschwängert bleibt; bedenkt man ferner den Reichthum an Humus und salpetersauren oder ammoniakalischen Salzen eines solchen Bodens, und daß die Waizensaat dadurch oft lange von der bei der Keimung nothwendigen Einwirkung der Lebensluft abgeschnitten wird, so hat man dasselbe Bild, welches uns bei dem Keimungsprozeß in der Zuckerlösung u. s. w. mitgetheilt ist.

Dieselbe Lehre wird auch hier Anwendung finden: Basen müssen die gebildete Säure entfernen, oder der Sauerstoff der Metallsalze muß sich mit den Wasserstoffatomen vereinigen, um

diese Bildung vorzubeugen, wenn nicht partieller Tod und Fäulniß eintreten soll, wodurch ein empfängliches Lager für ein großes Heer von Pilzen gebildet wird, welche der heranwachsenden Waizenpflanze den Keim zum Steinbrand liefern.

§. 54.

Wenn nun unter diesem angeführten Umstande der bei nasser Witterung angeführte Nachtheil für den Waizen entfernt wird, wenn der Same mit alkalischen Mitteln, oder mit Metallsalzen, eingeweicht wird, so wird man daraus auch gewiß auf einen wohlthätigen Einfluß auf die andern Samen unserer Culturpflanzen schließen können, wenn diese Pflanzen auch nicht von dem bösen Steinbrande heimgesucht sind, wenn daher dieses Verfahren auch nicht zur Nothwendigkeit eines guten Gedeihens geworden ist. Auch der Kalkboden und Mergelboden üben daher auf alle diese Samen den wohlthätigen Keimung befördernden Einfluß aus, weil der darin enthaltene Kalk wegen seines Verhaltens, ähnlich den Alkalien, dieselbe Eigenschaft besitzt. Stärker als beim kohlensauren Kalk tritt diese Eigenschaft bei dem Aetzkalk hervor, stärker muß also auch der Einfluß des letzteren sein.

Von Kohlensäure und deren Ernährung kann hier nicht die Rede sein, diese wohlthätige Säure, welche im ganzen Pflanzenreiche eine so wichtige Rolle spielt, ist hier überflüssig und entweicht auch, wenn der Kalk als Base eine andere schärfere Säure entfernen muß. Wollten wir aus dem Umstande, daß die Kohlensäure die Keimung nicht fördert, schließen: daß sie nicht als Nahrung dienen könne für die Pflanzen, so müßten wir eben sowohl aus der nachtheiligen Einwirkung des Humus, der Salpetersäure, des Guano und des schwefelsauren Ammoniaks auf das Keimen der Samen folgern, daß alle diese Mittel keine düngende Eigenschaft für die Pflanzen besitzen.

§. 55.

Außer dieser Bestimmung der Basen, dem Verderben der Samen entgegen zu wirken, gehen sie auch noch, wie wir be-

reits mehrfach erklärt haben, mit manchen Säuren, namentlich mit der Salpetersäure, Verbindungen ein, welche sich im Wasser auflösen, in die Pflanzen dringen und direct als Nahrung dienen. Es wird von diesem Gesichtspunkte aus einleuchten, wie verkehrt es ist, diese Mittel ebenso, wie häufig mit dem Mergel im gemeinen Leben geschieht, Reizmittel, Lebensreize zu nennen. Man könnte leicht in Versuchung kommen, die Sache ebenso anzusehen, wie wenn jemand eine Prise Schnupftaback nimmt, um einmal zu niesen.

§. 56.

Nach dem vorhergehenden von uns Angeführten ist es sehr richtig, wenn der Verfasser sagt: „Bei den mancherlei über das Keimen in Düngmitteln, in Säuren, Laugen und Salzen angestellten Versuchen habe ich mich aber vielfach überzeugt, daß unter allen Lebensbedingungen und Lebensreizen für den jungen Keim das reine Wasser und die reine Luft oben an stehen, und daß man im praktischen Land- und Gartenbau nichts Vortheilhafteres thun kann, als die genannten beiden Lebensbedingungen unter einer günstigen Wärme in angemessenen Verhältnissen einwirken zu lassen. Die übrigen Mittel können als passende Zugaben unter mancherlei Verhältnissen sehr zweckmäßig sein, aber nur unter der Voraussetzung der ungestörten Einwirkung der Luft, Feuchtigkeit und Wärme. Fehlen diese drei Dinge, oder Eins von ihnen, so werden sie schwerlich durch etwas anderes ersetzt."

Aber der zweite Satz ist durchaus falsch: „Der luftigste, feuchteste und wärmste Boden ist dem Keimen am zuträglichsten." Müssen diese drei Eigenschaften auch im Boden hergestellt werden, so muß man doch dabei die richtige Proportion berücksichtigen. **Zu viel Nässe** ist sehr schädlich, hindert den wohlthätigen Einfluß der Luft, und kommt zu viel Wärme hinzu, so wird das Samenkorn getödtet und in Fäulniß übergehen.

§. 57.

Wenn nun die gesammelten Beobachtungen deutlich zu erkennen gegeben haben, unter welchen Bedingungen ein Samenkorn gut keimt, so muß bei Anwendung dieser Mittel eine gehörige Vorsicht angewendet werden. Gewiß ist es richtig, wenn bei Bearbeitung des Bodens, welcher den Samen aufnehmen soll, darauf gesehen wird, daß er sowohl für den Act der Keimung, als für die Zeit der Vegetation, die gehörige Feuchtigkeit erhalte. Kann man auch das Korn durch Anfeuchten schneller zum Auflaufen bringen, so ist es schlimm, wenn die Feuchtigkeit im Acker nachher nicht ausreicht, um die schnell hervorgetriebene Pflanze vor dem nachtheiligen Einfluß der Dürre zu schützen.

Zugleich muß man bei dem Säen des aufgeweichten Korns viel vorsichtiger sein, damit es nicht zu dünne zu stehen komme; denn da das Korn durch das Anfeuchten aufgequollen ist, mithin der Säemann davon viel weniger zur Zeit in die Hand nehmen kann, so tritt dieser Uebelstand leicht ein.

Um nun den Boden durch die Cultur in einen Feuchtigkeit haltenden Zustand zu setzen, bedient man sich verschiedener Mittel. Diese sind: a. eine tiefere Ackerkrume; b. das Pflügen oder Aufreißen des Untergrundes vor dem Winter; c. tiefes Pflügen vor dem Winter, und im Frühjahre nicht zu starkes Rühren des Bodens; d. gehöriges Garmachen des Ackers; e. Düngen mit kräftigem Miste; f. Anwendung hygroscopischer Mittel u. s. w.

Mit den letzten Mitteln wird man noch besondere Versuche anstellen müssen, weil ich nicht weiß, daß man bisher diese gemacht hat. Hier bemerke ich gleich, daß ein Versuch, den ich in diesem Sommer mit dem **salzsaurem Kalke bei Gerste und Hafer** gemacht habe, das Absterben der Keime in diesen Körnern bewirkt hat. Mag es nun sein, daß davon zu viel genommen ist, vorsichtig wird man jedenfalls bei der Wiederholung dieses Versuchs sein müssen. Der Salpeter hat

sich dagegen neben seiner stark düngenden Eigenschaft auch hierin sehr günstig gezeigt und einen noch viel wichtigeren Einfluß möchte vielleicht dabei der salpetersaure Kalk ausüben, womit ich aber noch keine Versuche angestellt habe.

§. 58.

Mit dem Vorstehenden stimmt die Ansicht des Prof. **Schultz** wieder überein, indem er sagt: „Ich suche den Grund hiervon darin, daß die mit Hülfe des Kalks oder der Asche beim Keimen gebildeten essigsauren und milchsauren Salze dem Samen außer der reizenden Wirkung noch eine größere hygroscopische Kraft mittheilen.

2. Cultur des Wachsthums.

§. 59.

„Für den Zweck des Wachsens kommt es darauf an, der Pflanze außer den übrigen Lebensbedingungen ein entsprechendes Düngermaterial in Verbindung mit digerirenden **salzigen** Reizmitteln zu liefern.“ Nicht allein, daß der Verfasser hier wieder von **salzigen Reizmitteln** spricht, welches unrichtig ist, da doch der directe Nutzen verschiedener Salze keinem Zweifel unterworfen ist, sondern auch des Verfassers wiederholte Demonstrationen gegen die Wirkung der Kohlensäure wird man als falsch erkannt haben. Bei Berücksichtigung der von **Thaer** und **Einhof** gemachten Experimente **über die Veränderung des Düngers bei seiner Zersetzung** wird man genugsam finden, daß unter Einwirkung des Sauerstoffs und des Lichts fortwährend Kohlensäure und Salpetersäure gebildet werden und daß bei Anwesenheit des Sauerstoffs, wenn nemlich der Dünger mit Kohlensäure umgeben ist, sich Kohlenwasserstoff, etwas Kohlensäure und Ammoniak bilden. Diese Umbildung wird so lange anhalten, als noch stickstoffhaltige Bestandtheile im Dünger enthalten sind; zuletzt werden dann nur eine Kohle und einige erdige Bestandtheile zurückbleiben.

Die gebildeten neuen Producte haben die Eigenschaft, sich zu verflüchtigen, mit dem Wasser sich zu verbinden oder auch mit den basischen Bestandtheilen der Erde und des beigemengten Strohes Verbindungen einzugehen. Das Wasser nimmt immer einen Theil davon auf, auch wenn sie mit Basen verbunden sind, und führt sie den Pflanzen zu. Daher ist, wie gesagt, des Verfassers Ansicht, daß der Dünger sich nie in Kohlensäure verwandle, falsch. —

Wenn nun auch dabei des Verfassers Ansicht, daß das **kohlensaure** Ammoniak für das fernere Wachsthum mehr schädlich als nützlich sei, Berücksichtigung verdiente (als ausgemacht ist diese Behauptung noch nicht anzunehmen; möglich, daß **nicht ein gewisses Quantum** überschritten werden darf), so müssen wir doch zwei Eigenschaften desselben beachten, nemlich: a. daß es sich, welches auch angenommen wird, mit andern Säuren zu Salzen verbindet, und b. daß es durch die Einwirkung des Sauerstoffs in Salpetersäure umgewandelt wird, welche wieder die angeführten Verbindungen mit andern Basen und mit Ammoniak eingeht und dadurch zur trefflichen Nahrung für die Pflanzen wird. Bei diesem Umwandlungsprozeß wirkt die Schwefelsäure leicht hindernd, woher denn auch mitunter das ungünstige Resultat bei Anwendung derselben gekommen sein mag.

§. 60.

Daß „die nachtheilige Wirkung des kohlensauren Ammoniaks sich in der Anwendung des reinen Guano und des Federviehdüngers überhaupt zeigt,“ kann nicht gesagt werden, weil das Ammoniak im Guano vorzüglich mit Harnsäure, Kleesäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure und Salzsäure verbunden ist. Nach meinen mitgetheilten Beobachtungen im V. Versuche hat sowohl das salpetersaure, als auch das schwefelsaure Ammoniak die Waizen- und Roggenpflanzen getödtet. Nachdem die Kasten beinahe ein halbes Jahr gestanden hatten und entweder ein Theil des Ammoniaks aus dem Salze durch andere Einwirkung

ausgeschieden, umgewandelt oder bei dieser Gelegenheit vermindert worden war, hat eine gesunde Vegetation der darin gepflanzten Gerste- und Haferkörner stattgefunden. Desgleichen wuchsen diejenigen Pflanzen, welche im III. Versuche mit geringeren Quantitäten schwefelsauren Ammoniaks angefeuchtet waren, den Umständen nach recht gut. Aus diesen Resultaten geht nun deutlich hervor, daß nicht das Ammoniak in ähnlicher Verbindung, wie im Guano, die Pflanzen getödtet, sondern daß die nachtheilige Wirkung nur in der zu reichlichen Anwendung, ähnlich wie bei der Vegetation in der Kohlensäure, wenn die umgebende Luft davon über $\frac{1}{12}$ Theil enthält, begründet sein kann.

Möglich wäre ja allerdings, daß der Guano auf Kohl, Gurken und Runkelrüben nachtheilig wirkte, und doch für das Getreide keinen Nachtheil hervorbrächte, weil dieses ganz andere Nahrung verlangt und Producte erzeugt, als jene, aber solche Präsumtion, welche dem Herrn **Schultz** bei seinen Schlußfolgerungen sehr zu empfehlen sein möchte, ist hier unrichtig, wenigstens in Beziehung auf Kohl, weil die Rappsaat, welche wir mit Guano gedüngt haben, sich vor derjenigen, welche mit Mist gedüngt war, ausgezeichnet hat, und die Rappsaat auch eine Kohlsaat ist.

Der Beweis von der Unrichtigkeit der Annahme des Prof. **Schultz** kann noch viel kürzer geführt werden, wir dürften ihn nur versichern, daß hier der Peru-Guano bei zwei Pfund auf die 16füßige Quadratruthe Roggensaat angewendet, eine, einer mittelstarken Mistdüngung gleichbleibende, Wirkung gehabt hat. Im **reinen Dünger** wachsen auch sonst keine Pflanzen, und doch wird man ihm **nicht** seine Kraft abstreiten wollen.

§. 61.

Darüber, ob der Phosphor und Schwefel ein nothwendiges Requisit resp. bei Cerealien und Hülsenfrüchten sei, wage ich nicht zu entscheiden, indem bei den Versuchen, welche ich angestellt habe, der Mangel, wie es scheint, noch keinen großen Nachtheil bewirkt hat. Es ist möglich, daß diese Elemente in

den Pflanzen vorzüglich als Secrete vorkommen; möglich, daß sie sich gegenseitig vertreten können, ähnlich wie die Basen. Kommen sie nun als Secrete oder auch als wirkliche Requisite der Bestandtheile dieser Pflanzen vor, so werden sie doch unter beiden Umständen, den Thieren gereicht, dort ihre Bestimmung erfüllen können. Daß auch **Liebig** der Ansicht ist: der Phosphor sei bei der Kornbildung sehr wichtig, habe ich bereits zu §. 43 angeführt, unter Mittheilung der darauf bezüglichen Versuche sub III.

Wenn nun auch diese Versuche einigen Einfluß geübt zu haben scheinen, so haben sie doch nicht eine Bedeutung erlangt, wie ich sie erwartet hatte, und war auch selbst der Schüler **Liebig's**, welcher mich damals besuchte, darüber verwundert. Die Versuche müssen auf jeden Fall noch fortgesetzt werden und zwar in größerem Umfange, wenn sie uns Gewißheit verschaffen sollen.

Wenn **Schultz** aber sagt: „Der Phosphor nimmt großen Theil an der Bildung des Klebers; der Schwefel an der Bildung des Eiweißes," so weiß ich nicht, wovon er diese Ansicht ableitet, da meines Wissens noch keine Analysen ergeben haben, daß in Kleber Phosphor und daß in Eiweiß Schwefel enthalten ist. Wenigstens sollte man in dem Falle annehmen müssen, daß sowohl Phosphor als Schwefel zum Gedeihen der Cerealien, wie der Hülsenfrüchte erforderlich wären. Und doch hat die Erfahrung gelehrt, daß Gyps für Hülsenfrüchte und Knochenmehl für Cerealien vorzugsweise dienlich ist.

Nach den Analysen von **Marcet**, **Jenneck** und **Mulder**, welche mir vorliegen, ist sowohl Kleber als Eiweiß aus Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, ohne die angeführten Zünder, zusammengesetzt.

§. 62.

Aus dem angeführten Grunde können wir der Behauptung: „der phosphorsaure Kalk wirkt nicht bloß als Lebensreiz

für die Pflanze, sondern als substantielles Nahrungsmittel durch den Phosphor, **der zur Bildung von Kleber und Eiweiß unentbehrlich ist,"** nicht beitreten, wenn der Prof. **Schultz** auch darin Recht haben sollte, daß dieser Bestandtheil auf die von ihm angeführte Weise zugeführt wird.

Die hier und in dem folgenden Paragraphen ausgesprochene Ansicht: daß bei den Gräsern der Phosphor, und bei den Hülsenfrüchten, den Cruciferen und andern der schwefelsaure Kalk zur Bildung von Kleber und Eiweiß diene, stimmt wohl nicht ganz mit dem im §. 61 Gesagten, und möchte wohl darin ein Widerspruch liegen, indem dort behauptet wird, daß der Phosphor großen Antheil nehme an der Bildung des Klebers und der Schwefel an der Bildung des Eiweißes.

§. 63.

Der Umstand, daß das Eiweiß in den Pflanzen in Verbindung mit Oelen vorkommt und auch mit Säuren und Alkalien Verbindungen eingeht, hat vielleicht zu der Ansicht des Prof. **Schultz** geführt, daß im Eiweiß das eine Mal Schwefel, das andere Mal Phosphor enthalten sei. Nach **Mulder's** Analysen ist aber das Eiweiß im Blut, Eiern und Seide ganz gleich, und deutet darauf hin, daß **überall** dafür dieselbe Formel gilt.

Das Vorkommen dieser angeführten Elemente, nach **Schultz**, im Eiweiß und Kleber möchte daher wohl in dieser Combination seinen Grund haben, und darf ich nur noch zur nähern Begründung dieser Annahme anführen, daß nach **Delfs** die ätherischen Oele, welche Schwefel enthalten, sämmtlich sehr flüchtig sind, durchdringend riechen, zu Thränen reizen und die Haut entzünden, indem sie Blasen ziehen.

Wenn nun auch, wie erwiesen ist, in der Asche der Hülsenfrüchte der Schwefel als Schwefelsäure gefunden wird, so berechtigt dieses durchaus nicht zu der Annahme, daß der Kleber und das Eiweiß ihrer Blätter und Früchte allein aus dem

Schwefel der schwefelsauren Salze gebildet werden, sondern es kann der Schwefel, welcher in der Asche in den schwefelsauren Salzen gefunden wird, eben sowohl aus der Verbindung dieser Bestandtheile mit den flüchtigen Oelen bei der Verbrennung entstanden sein.

Die Wirkung des Gypses bei dem Kleebau ist so verschieden und räthselhaft, daß die Ansicht des Prof. **Schultz**, als ob derselbe gerade allein nach starker thierischer Düngung am auffallendsten wirke, während er auf humusarmen ungedüngtem Boden den thierischen ammoniakalischen Dünger gar nicht ersetze, nur wie eine Bombe betrachtet werden kann, welche wieder gegen **Liebig** losgelassen ist. Bei dieser Gelegenheit möchte ich fragen: Wie kommt es, daß in **einer** Gegend der Boden nur wenig gedüngt sein darf und der Gyps wirkt, dagegen in einer **andern** Gegend bei der stärksten Düngung keine Wirkung zu verspüren ist?

Die Versuche sind also noch lange nicht reif, um die vielen Zweifel und die Ungewißheit in dieser Hinsicht zu beseitigen, welche den Landmann bei dieser wichtigen Angelegenheit im Dunkeln tappen lassen.

3. Cultur des Blühens und des Fruchttragens.

§. 64.

Wollte man wirklich als ausgemacht annehmen, daß die Pflanzen erst durch Erschöpfung des Bodens Wurzeln bildeten, wie **Schultz** solches als Beispiel von Mohrrüben, Runkelrüben, Zwiebeln u. dgl. anführt, daß sie aus diesen Wurzeln nachher Blüthe und Frucht entstehen ließen und dabei aus dem Boden fast nur Wasser aufnähmen, so wäre die Ansicht allerdings richtig, daß die Pflanzen alle Nahrung aus dem Boden vor der Blüthe nähmen. In der Landwirthschaft hat die Erfahrung nun aber gelehrt, daß die Culturpflanzen bis zur

Blüthe aus dem Boden wenig Nahrung nehmen, von manchen wird behauptet: gar keine, ja sogar — daß sie durch ihre Rückstände den Boden bereichern sollen.

Gewiß ist es, daß man viele Pflanzen bis zur Blüthe ohne Dünger treiben kann.

Aus aller Beobachtung geht hervor: daß die von uns cultivirten Pflanzen während ihrer ganzen Vegetationszeit Nahrung aus dem Boden ziehen, daß diese Quelle nicht abgeschnitten werden darf, wenn sie ihre Vollendung erreichen sollen, daß aber die Nahrung, welche den Wurzeln durch die Endosmose aus den Producten des Düngers zugeführt werden soll, der Quantität nach bei den verschiedenen Gattungen und Species sehr verschieden ist, und daß manche sich viel mehr als andere mit den Bestandtheilen begnügen, welche aus den atmosphärischen Niederschlägen herbeigeschafft werden. Zu den zuletzt angeführten genügsamen Pflanzen gehören, wie die Erfahrung lehrt, diejenigen, welche in ihren Bestandtheilen vorzüglich die Elemente des Wassers und der Kohlensäure enthalten.

Im Ganzen muß die Endosmose stärker werden, so wie der Umfang und die Assimilation durch die Blätter stärker wird, wohl ist aber dabei denkbar, daß das Bedürfniß anderer Substanzen, in den verschiedenen Bildungsperioden, ob zu Blättern, Blüthen oder Frucht, abweichend ist.

Abgesehen hiervon, ist die Ansicht des Prof. **Schultz** allerdings richtig, daß in jeder Pflanze erst eine gewisse Vorbereitung der Substanz vorgehen muß, daß die Ausbildung jeder Pflanze einen gewissen Grad erreichen muß, ehe die Blüthezeit und das Fruchttragen eintreten kann, und daß diese Periode bei den verschiedenen Pflanzen sehr abweichend ist. Nur können wir nicht darin beistimmen, wie auch aus dem vorhin Gesagten schon resultirt, daß die zweijährigen Pflanzen nur im ersten Jahre eines fruchtbaren Bodens bedürfen, um eine Niederlage zu bilden, aus welcher im zweiten Jahre Blüthe und Frucht gebildet wird. Daß diese Pflanzen im zweiten Jahre aus

dem Boden nur größtentheils Wasser nehmen, und die Düngkraft eine gleichgültige Sache sei, das findet wenigstens auf Rappsaat, Waizen, Roggen u. s. w. keine Anwendung; diese erfordern gewiß erst im zweiten Jahre recht sehr die Gegenwart der Düngkraft.

Eine recht hübsche Schilderung giebt Prof. **Schultz** von den perennirenden Pflanzen, er ist aber auch nicht der Ansicht, daß die Regeneration der Wurzeln und Knollen ohne Nahrung von außen geschehen könne, möge sie aus dem Dünger oder aus, durch Regen herbeigeführten, in der Atmosphäre durch Verbrennung, Verwesung, Respiration u. dgl. entstandenen Beimischungen herbeigeschafft sein.

Ganz natürlich ist es, daß diese Pflanzentheile dabei ausgenutzt werden, denn sie haben nunmehr ihre Aufgabe erfüllt; haben aber auch durch die Blätter, durch deren Zersetzung des Sonnenlichtes und gebildeten elektrischen Stroms deren Mitwirkung empfangen, so daß aus den neu hinzugeführten Nahrungsmitteln neue Theile, Knollen und Glieder gebildet sind, welche der Pflanze oft eben so lange ihr Fortbestehen sichern, als wenn von Neuem Samen der Art ausgestreuet wird. Sorgt man also nur dafür, daß mit jedem Jahre durch Kunst neue Nahrung herbeigeschafft wird, welche diejenigen Bestandtheile enthält, die durch das längere Wachsthum derselben Pflanzenart, immer an derselben Stelle, von dieser weggenommen wird, so wird man sich auch nicht außer Stande sehen, auf diesem Wege die Cultur dieser Art Gewächse unterhalten zu können.

Es ist daher nicht eine mehrjährige Vorbereitung zum Blühen und Fruchttragen bei den perennirenden Pflanzen, sondern eine doppelte Reproductionsart derselben, wobei zu gleicher Zeit Blüthe und Samen, wie auch ganz neue Wurzeltheile oder Knollen gebildet werden; diese letztere Bildung kann, wie bei den Kartoffeln, sehr lange fortbestehen, vorausgesetzt, daß die Knollen regelmäßig aufgenommen, zertheilt

und an wohl vorbereiteten Stellen, wo der Boden mit der erforderlichen Pflanzennahrung versehen ist, wieder ausgelegt werden.

§. 65.

Es ist gerne möglich, daß in den strauch- und baumartigen Pflanzen, die stickstoffhaltige Nahrung sich längere Zeit ansammeln muß, bis sie einmal blühen und Frucht tragen können. Prof. **Schultz** sagt aber selbst: „diese Erscheinung ist keineswegs an regelmäßige Perioden gebunden,“ und möchten wir daher auch lieber annehmen, daß dieses Nichtblühen und Nichtfruchttragen weniger an mangelnder stickstoffhaltiger Nahrung, als in andern äußern oder innern Einflüssen begründet ist. Sehr oft sehen wir, daß grade dann, wenn den Bäumen und Sträuchen zu kräftige Nahrung zugeführt wird, diese Gewächse nicht Blüthe und Frucht tragen, ja, daß sie wohl gar unter diesen scheinbar günstigen Verhältnissen absterben.

Wenn bei unsern cultivirten Obstbäumen auch die Fruchtbarkeit durch thierische Düngung befördert wird, so müssen wir doch sehr vorsichtig mit Anwendung derselben sein, weil grade durch die starke Anwendung dieses Düngers geschadet werden kann, die Blüthen abfallen und die Bäume ungesund gemacht, ja selbst getödtet werden. Aehnlich findet man bei den Obstbäumen, wie bei Sommergewächsen und Stauden ein langdauerndes Fortblühen ohne Fruchtansatz, indem alle Blüthen unfruchtbar abfallen. Daß gewöhnlich Wind und Wetter dies verursachen, beweiset der Umstand, daß in größern Districten bei ganz verschiedener Behandlung dieser Gewächse dieselbe Erscheinung vorkommt: Mag der Grund nun auch oft darin liegen, daß die Pflanzen vor dem Blühen keine hinreichende Menge oder mehr stickstoffreicher Nahrung in sich niedergelegt haben, als wobei der vollkommenste Fruchtansatz stattfindet, so kann doch diese Ursache auch eben sowohl in Einwirkung von Wärme und Kälte, Licht und Finsterniß,

positiver und negativer Elektricität und Magnetismus liegen. Bedenkt man nun, wie geringe die Quantität des Stickstoffs in den meisten Früchten unserer angebauten Bäume ist, wie groß die Quantität der Feuchtigkeit, welche die Bäume durch ihr großes Blatt- und Wurzelsystem aus den atmosphärischen Niederschlägen aufnehmen, wie viel Ammoniak und Salpetersäure in diesen atmosphärischen Niederschlägen vorhanden: so wird man den gewöhnlichen Gehalt des Stickstoffs in dem Eiweiß der Bäume erklären können, ohne daß man nöthig hat, zum Düngen der Bäume seine Zuflucht zu nehmen.

§. 66.

„Aehnliche Verhältnisse als sich uns in dem Gange des Wachsens, Blühens und Fruchttragens bei den zweijährigen Pflanzen, den Stauden und Bäumen darstellen, kehren nun auch bei den Sommergewächsen wieder, deren Cultur zum Zweck des Blühens und Fruchttragens für uns bei den Getreidearten so hohes Interesse gewinnt.“ Bei der Fülle stickstoffhaltiger Bestandtheile dieser letzten Pflanzen ist die zu starke Düngung bei genügender Bearbeitung des Bodens nicht so leicht möglich; es muß aber doch das richtige Maaß getroffen werden, wenn diese Pflanzen sich nicht lagern und verfaulen sollen. Inzwischen ist bei dem allerzweckmäßigsten Düngverhältniß, bei der besten Bearbeitung des Bodens das Resultat kein sicheres zu nennen, und weiß der Landmann davon nachzusagen, wenn auch der Regen immer zur rechten Zeit kommt, wie sehr das Gedeihen seiner Saaten von dem Einfluß des Lichts, der Wärme, der Kälte, der Elektricität und anderer dynamischer Verhältnisse abhängt. Diese Einflüsse wirken nun zugleich mit dem Reichthum des Bodens, welcher aber nicht einseitig, allein in stickstoffhaltiger oder allein in kohlenstoffhaltiger Pflanzennahrung bestehen muß, sondern wohinzu auch noch Kali, Kalk, Kieselsäure, Phosphor, Schwefel u. dgl. in verschiedener Gestalt treten, woraus, in Verbindung mit den

Elementen des Wassers der Nahrungssaft dieser Pflanzen gebildet wird, damit sie zur vollkommensten Samenbildung gelangen können.

§. 67.

Wenn nun auch, wie ich in meiner Schrift über die Ernährung der Pflanzen gezeigt habe, von dem Augenblicke des Blühens an, wenn die verschiedene Dynamide sich wieder vereinigt hat, ein ganz anderer Verlauf in den Pflanzen eintritt, wobei die Ausströmungen aus denselben sich anders gestalten müssen: so ist es leicht möglich, daß dabei ein Theil des Stickstoffs in Verbindung mit Wasserstoff abgesondert, und daß auch ein Theil Kohlensäure wieder abgeschieden wird. Nach den Beobachtungen des Prof. **Schultz**, in dieser Hinsicht, ist es darum doch nicht nöthig, daß die Pflanzen eine respiratorische Verarbeitung zeigen und daß sie durch die beständige Absorption von Sauerstoff und die Aushauchung von Kohlensäure an ein thierisches Leben in den Blumen erinnern.

Die Respiration oder das Athmen, die Verrichtung des thierischen Körpers, wobei durch die Lunge dem Blute heilsame Theile zu- und ausgenutzte Theile abgeführt werden, ist gewiß nicht hiermit zu vergleichen, da die Pflanzen weder Lunge, noch Blut, noch diese thierischen Verrichtungen besitzen, und für das Ausströmen oder Ausstoßen der Theile, welche unter Einwirkung der Dynamide an die Extremitäten gebracht werden, so wie für die Absorption der umgebenden Luft sind, wenn einmal fremde Ausdrücke dazu genommen werden sollen, die in der Botanik angenommenen Benennungen: Exosmose und Endosmose, ausreichend.

§. 68.

Daß aber: „das Aussaugen des Pflanzenkörpers bis zur Wurzel durch die Blume und Frucht,“ für den praktischen Landbau höchst wichtig sei, kann so lange noch nicht einge-

räumt werden, als dieses Phänomen nicht genügender erwiesen ist. Auch die Behauptung: „die grün abgemähten Futterkräuter haben hier den doppelten Vorzug, daß sie größere Massen Wurzelsubstanz im Boden zurücklassen," ist sehr relativ und könnte aus dem genommenen Gesichtspunkte zu ganz unrichtigen Schlußfolgerungen für die praktische Landwirthschaft führen. Beide Ansichten sind in der sehr irrigen Voraussetzung begründet: die Pflanzen nehmen ihre Nahrung nur bis zur Blüthe aus dem Boden; **man nehme einmal den Pflanzen die Nahrung nach der Blüthe, so wird man bald ein Verkümmern derselben eintreten sehen.**

So wie nun manche Pflanzen nach der Blüthe erst recht anfangen, ihren Umfang auszudehnen, (der Buchwaizen), so gewinnen auch die Wurzeln, nach dieser Zeit, gewöhnlich noch bedeutend an Masse; (die Kartoffeln); so wie dabei die Erfahrung lehrt, daß ein Acker, welcher reife Frucht getragen hat, oft sehr stark erschöpft ist (bei dem Klee), wenn doch der in der Blüthe abgemäheten Pflanze für den Acker von Vielen eine verbessernde Eigenschaft zugeschrieben wird. Es ist diese große Erschöpfung des Bodens nach dem Reifen gewiß nicht allein darin zu suchen, daß die Wurzeln nicht so viel Substanz im Boden zurücklassen.

Wenn nun auch möglich ist, daß die Wurzeln der unreif abgeschnittenen Pflanzen in derselben Quantität mehr Pflanzennahrung für die spätere Vegetation enthalten, so wird die größere Quantität der gereiften, abgesehen von der Erschöpfung des ferneren Wachsthums nach der Blüthe, welche sie nicht ausgleichen kann, doch eine größere Menge Pflanzennahrung für folgende Vegetationen zurücklassen.

Die verschiedenen Grade und Stufen der Aneignung von den dem Boden gegebenen Düngmitteln, aus der durch Feuchtigkeit aus der Atmosphäre zugeführten Pflanzennahrung, im Verhältniß der Zeit, vor oder nach der Blüthe, geben dabei eine wichtige Scala für jedes System eines Fruchtwechsels

und Wirthschaftssystems ab, wobei neue Erfahrungen zu sammeln, Praxis und Wissenschaft sich gegenseitig unterstützen müssen.

§. 69.

„In der Bildung des stickstoffigen Nahrungsmaterials für die Blume und Frucht,“ wird gesagt, „beobachtet die Natur bei den wild wachsenden Pflanzen ein bestimmtes Maaß, wodurch denn die Bildung der befruchtenden Organe und Stoffe, so wie die Befruchtung selbst in gewissen normalen Grenzen eingeschlossen bleibt, welche die Samenbildung nicht verändert, so daß die Art sich immerfort gleich erhält.“ Wie ist diese Ansicht bei der unendlichen Verschiedenheit der Fruchtbarkeit des Bodens und der Pflanzennahrung, stickstoffreicher und stickstoffarmer, welche die Natur in ihrem ungebundenen Zustande darbietet, zu vereinigen mit dem folgenden Satze: „die Cultur ändert dieses durch die Einwirkung des thierischen Düngers sehr bald, indem das normale Maaß des Stickstoffgehalts der Nahrung dabei überschritten oder verändert wird, wodurch denn die befruchtenden Stoffe eine abweichende Richtung zur Varietätenbildung nehmen?“ Wenn auch der gedüngte Boden, der Beschaffenheit des Düngers nach, auf die Ausbildung des Samens einen mächtigen Einfluß ausübt, so betrifft dieser Einfluß mehr die Structur als die Varietätenbildung; sie kann verursachen, daß mehr Stärkemehl oder mehr Kleber, mehr Hülse oder mehr Kern im Samen enthalten ist; die Varietät möchte sich aber nächst der Begattung, welche die Blüthen nebeneinander stehender Individuen derselben Art aufeinander ausüben, nach dem Einflusse, welchen die Sonne in den verschiedenen Breitegraden, und nach der mehr oder minder günstigen physikalischen Lage des Bodens auf die Keimbildung ausübt, richten. Die auf solche Weise gebildeten Varietäten, auf deren Entstehung allerdings, nach des Verfassers Ansicht, auch der Cultur- und Düngzustand des Bodens seinen Einfluß **mit** ausübt, ändern sich aber wieder,

sobald die angeführten Einflüsse nachlassen. Aus diesem Grunde geschieht es denn auch sehr häufig, daß die Getreidearten, welche der Landwirth aus einer andern Gegend bezieht, er mag seinen Boden mehr oder weniger düngen, wieder dieselbe Beschaffenheit annehmen, welche die von ihm früher angebaueten Arten gehabt haben; daß sie dahin zurückverpflanzt, woher sie genommen waren, in einigen Jahren den dortigen Sorten wieder gleich werden.

Alle diese Erscheinungen sind wider die Richtigkeit der Ansicht, daß allein der thierische Dünger durch Ueberschreitung des normalen Maaßes des Stickstoffgehalts der Nahrung, der Befruchtung eine abweichende Richtung zur Varietätenbildung gebe.

Auf die qualitative Bildung der Pflanze soll der Dünger keinerlei verändernden Einfluß haben. Auch dies möchten wir bestreiten, auf die Gefahr hin, daß es scheinen möchte, als ob nur der Widerspruchsgeist aus uns spräche. Die Qualität ist freilich sehr relativ, das Individuum bleibt allerdings dasselbe, allein die Verschiedenheit in Saft, Faserstoff, Färbung u. s. w. ist groß, diese ändern sich oft augenblicklich nach den verschiedenen Düngmitteln, mineralischen und animalischen, und bereiten die Pflanze vor der Blüthe zu einer mehr oder weniger großen Vollkommenheit in der Samenbildung, der höchsten und letzten Aufgabe, worauf ihre Bestimmung gerichtet ist, vor. Neben dieser Eigenschaft soll indessen nicht das Gleichbleiben der Art bei Fortpflanzung durch Setzlinge, Stecklinge u. dgl. bis auf einen gewissen Punkt bestritten werden, wenn dieses auch nicht unbedingt eingeräumt werden kann.

So wenig die Art der durch Knollen und Ableger fortgepflanzten Species sich auf die Dauer in andern Gegenden viele Jahre ganz gleich bleibt (man denke nur an Kartoffeln und Georginen), so bilden sich auch bei dem Pfropfen und Oculiren, je nach dem Wildling, auf dem diese Veredlung vorgenommen wird, oft eine ganz andere Obstsorte; eine wich-

tige Sache bei der Obstbaumzucht. — Wir können unter andern einen Fall anführen, wo durch das Pfropfen eines wilden Maikirschen-Reises auf den wilden Stamm, welcher aus dem Kern einer Herzkirsche gezogen worden war, eine ganz neue, sehr delicate Kirsche entstanden ist, welche zwischen beiden edlen Sorten derselben Gattung steht. Aus diesen angeführten Gründen kann daher nicht eingeräumt werden, daß der thierische Dünger wesentlich eine **Blumennahrung** sei, sondern wir müssen behaupsen, daß er **gleich wichtig für die Bildung der ganzen Pflanze ist,** wobei freilich das eine wie das andere Verhältniß durch unrichtige Anwendung überschritten werden kann.

§. 70.

Nach dem Vorhergehenden kann durch den thierischen, wie auch durch andern Dünger, wohl auf die jedesmalige Beschaffenheit der Gewächse, welche wir zu unserem Nutzen anbauen, eingewirkt werden, wollen wir aber Varietäten dieser Gewächse hervorbringen, so müssen wir uns nothwendig anderer Mittel bedienen, wie diese auch bereits im Gartenbau anerkannt und verschiedentlich benutzt sind. Unter diesen Mitteln wird man sich besonders der Leitung des Befruchtungsactes der Blüthe, entweder durch Störung oder durch künstliche Besamung, bedienen müssen. Was aber die Kohlensäuretheorie hiermit zu thun haben soll, können wir nicht einsehen. Wir müssen indessen noch einmal mit dem Prof. **Schultz** diesen Weg betreten, wenn wir auch glauben, genugsam das Irrige seiner Ansicht in dem Früheren nachgewiesen zu haben.

Der Verfasser der wahren Pflanzennahrung zieht immer wieder gegen diese Theorie zu Felde, sollte aber dabei, wie schon früher genugsam gesagt ist, **seine** Behauptung erst gründlicher geprüft und nicht seiner Leidenschaft gegen **Liebig** zu freien Spielraum gelassen haben, er würde dann eben so wenig voreilig eine ganz neue Theorie, woran die Pflanzen sich nicht

kehren werden, aufgestellt, als die Quelle der Ernährung der Pflanzen, ob sie aus der Luft oder aus dem Boden fließet, so malträtirt und auseinander gerissen haben.

Ist die Zersetzung des Wassers, sei es durch einen hydroelektrischen Strom, wovon die Physik die Möglichkeit nachgewiesen hat, oder durch die Lebensthätigkeit, als ausgemacht angenommen, so dürfte die Bildung der näheren Bestandtheile der Pflanzen auf diese Weise als möglich nachgewiesen sein.

§. 71.

Gewiß ist es der größte Triumph der Wissenschaft, daß man sich auf dem Wege befindet, nachzuweisen, woher die verschiedenen Pflanzen die Elemente zu ihren näheren Bestandtheilen nehmen, sei es aus dem Pflanzenreiche oder aus dem Thierreiche, und daß dabei alle Reiche der Natur ihnen contribuable sind. Die veraltete Ansicht **Schraders**, welche wir früher bereits widerlegt haben, als ob die Pflanzen neue **Stoffe**, wenn dieser Ausdruck **Elemente** bedeuten soll, durch ihre Lebenserregung bilden könnten wollen wir nicht wieder auffrischen. Es braucht auch kein Lebenselixir in chemischen Düngmitteln gesucht zu werden, wenn wir nur beobachten wollen, wie die gegebenen Mittel mit Verstand zur Erreichung unserer Absicht benutzt werden können.

Wenn nun aber endlich gesagt wird: „Das wahre Lebenselixir der Pflanzenkultur ist die Leitung der organischen Erregung in den Vegetationsacten selbst. Keimen, Wachsen, Blühen und Fruchttragen sind zugleich die stoffbildenden Acte selbst. Dieses sind **keine chemischen**, sondern **Lebensprozesse**, die bei der Kultur als solche auch gehandhabt werden müssen. Jeder dieser Lebensacte ist wieder relativ selbstständig **und von dem andern unabhängig**, und erfordert seine eigene Cultur für gewisse Zwecke;" so darf kaum noch erinnert werden, daß der Streit zwischen chemischen- und Lebensprozessen zu nichts führt und daß es ein Streit um des

Kaisers Bart ist. Die Behauptung dagegen, daß das Keimen, Wachsen und Fruchttragen Lebensacte sind, die relativ selbstständig und von einander unabhängig, können wir nicht begreifen, da uns kein Wachsen ohne vorhergehendes Keimen, kein Blühen ohne Wachsen und kein Fruchttragen ohne vorhergehendes Blühen vorgekommen ist, diese Lebensacte also, nach unserer Ansicht, durchaus von einander abhängig sind.

§. 72.

Ganz etwas Anderes ist es, wenn wir aus einem besonderen Lebensacte einzelner Pflanzen oder Pflanzentheile einen technischen Nutzen ziehen wollen; hier kann es allerdings gerathen sein, durch das Einschreiten in die natürliche Bestimmung der Pflanze irgend einen monstrosen Zustand hervor zu bringen: die Procedur der Malzbereitung durch unterbrochenes Wachsen, nach der Bildung der Wurzeln; die Anhäufung von großen Quantitäten Kraut, durch hintertriebenes Blühen; die Bildung von gefüllten Blumen, durch Verletzung der Befruchtungsorgane; das Abernten verschiedener Gewächse vor der Reife, weil wir daraus Zucker ziehen wollen, und sonst dieser sich durch das Verdunsten einiger Theile Hydratwassers in Gummi, Stärkemehl oder Holzfaser verwandeln würde, gehören zu den bekanntesten Mitteln, welche der Mensch zur Erreichung seiner Absicht anwendet. Darum kann aber nicht behauptet werden, daß ein kümmerliches Keimen, Wachsen oder Blühen bei den Cerealien einen bessern Samenansatz bewirkt. Es ist allerdings der Fall, daß wir wenig Getreide ernten, wenn das Stroh zu stark wird, wenn es sich lagert; dieses ist aber dann gleichfalls ein monstroser Zustand, wobei in der Pflanze, sei es durch zuviel Nässe oder andere fehlerhafte Beschaffenheit des Standorts, zuviel Wässrigkeit gebildet wird, so daß sie sich nicht aufrecht erhalten kann. — Bearbeiten wir unsern Boden nur so, daß die Wurzeln sich gleichmäßig mit den Pflanzen ausbilden können, daß die wässrigen Theile nicht vorherrschend

werden gegen die Elemente, aus denen die feste Substanz gebildet ist; so wird es gewiß nicht fehlen, daß der Same relativ, nach der Größe der Pflanze, auch reichlicher angesetzt wird.

Schlußfolgerung aus dem Vorhergehenden.

§. 74.

Fassen wir die hier über die Ernährung der Pflanzen gegebenen Untersuchungen zusammen, so ergiebt sich daraus ein ganz anderes Resultat, als Professor **Schultz** gefunden hat:

1. Die Kohlensäure sowohl, als manche andere Säure, in welcher der Kohlenstoff das Radikal bildet, dient dazu, in den Pflanzen den Kohlenstoff, welcher in der Pflanzenfaser, Stärke, Gummi, Zucker, in den Oelen, Harzen u. s. w. vorkommt, herbeizuschaffen.

2. Die Wasserzersetzung, welche aus den physikalischen Experimenten bekannt ist, findet ihren Grund in dem hydroelectrischen Strom, welcher aus dem Sonnenlichte, so wie von der kälteren oder wärmeren Beschaffenheit des Bodens und der davon nächtlich ausströmenden Dynamide abzuleiten ist, wobei der positive Strom stets die positiven Elemente, also auch Wasserstoff, der negative Strom dagegen die negativen Elemente, also auch den Sauerstoff, mit sich führt und an den Extremen frei werden läßt, wenn kein neuer Anhaltspunkt für diese Atome in den Weg tritt. Diese von uns ausgesprochene Ansicht findet sich in unserem Werke: „Die Ernährung und das Wachsthum der Pflanzen" angeführt.

3. Der Humus, insofern er der Rückstand verweseter animalischer und vegetabilischer Bestandtheile ist, besitzt einen großen Schatz derjenigen Theile, welche früher einmal zur Ernährung der Pflanzen und Thiere gedient haben. Diese Bestandtheile können durch chemische und physikalische Einflüsse, wozu wir auch die disponirende Einwirkung der Wurzeln, die Lebensthätigkeit der Pflanzen, rechnen wollen, in einen Zustand

versetzt werden, der sie in Wasser auflöslich macht, so daß sie mit diesem wieder in die Pflanzenwurzeln eindringen können und zu neuer Pflanzennahrung werden. Verschiedene landwirthschaftliche Verrichtungen befördern diesen Zustand.

4. Die verschiedenen Stoffe, welche zur Pflanzennahrung dienen, können nie allein ausreichen, sei es die Kohlensäure, das Holzsaftgummi, der Zucker oder die bei den verschiedenen Pflanzen vorkommenden verschiedenen vegetabilischen Säuren; sei es Ammoniak oder Salpetersäure; sei es Kali, Natron, Kalk, oder sei es Schwefel, Phosphor, Eisen u. dgl. Soll die Ernährung der Pflanzen vollkommen und nicht halb sein, so müssen positive und negative Elemente zusammenwirken, müssen Alkalien, Metalle, Stickstoff, Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor und die Elemente des Wassers vorhanden sein, das ist die wahre Sophie des Landwirths.

5. Welcher Verbindungen man sich aus dem Mineral-, Pflanzen- und Thierreiche unter Einwirkung der Luft und deren Beimischungen, des Wassers, der Sonne, der Wärme u. dgl. bedienen müsse, um die Absicht der höchsten Production am besten zu erreichen, diese Aufgabe zu lösen, ist der Praxis unter Mitwirkung der Wissenschaft aufgespart; um diese Aufgabe zu ergründen, habe ich bereits einige Nutzanwendungen auf die Praxis gemacht, deren Resultat ich endlich noch in dem Folgenden mittheile.

Versuche, welche im Laufe dieses Sommers in meiner Landwirthschaft auf Groß-Nordsee angestellt sind, und deren Erfolg.

§. 75.

Bevor ich die Versuche mittheile, mache ich noch die Bemerkung, daß ich in diesem Sommer den landwirthschaftlichen Verein, in dem ich gegenwärtig als Direktor fungire, hier

versammelt hatte, und daß das auffallende Resultat, welches sich schon damals herausstellte, viele der anwesenden Landwirthe veranlaßt hat, dieselben Versuche gleichfalls anzustellen.

Die Frage, welche ich der Natur zur Beantwortung vorlegte, war: Müssen wir durch die demgemäße Behandlung unseres Bodens und des Düngers dahin wirken, daß sich möglichst viel Salpeter im Boden bildet, um vermittelst der Salpetersäure die Eiweiß- und Glutenbildung, die Hauptnahrungsquellen der thierischen Organe, zu erreichen?

Versuch VI.

Auf der **Haferkoppel** vor dem Hofe, mit Lehmboden, hatte ich 22,995 □ Fuß mit 80 ℔ Salpeter (Chilisalpeter oder salpetersaurem Natron) am 10ten Mai überstreuen lassen; (die Annahme nach **Liebig**, daß das Natron also den im Stroh vorkommenden Kali ersetzen könne, hatte sich bereits in früheren Versuchen bestätigt) und daneben war einanderer Platz, groß 28,446 □ Fuß, von ganz gleicher Beschaffenheit, abgesteckt. Der Ertrag des ersten Platzes betrug 9 Tonnen 1 Spint Hafer à 131 ℔ und 1550 ℔ Stroh; der Ertrag des andern Platzes 8 Tonnen 11 Spint à 136 ℔ und 1530 ℔ Stroh; wird dieses nach der Fläche von beiden Plätzen auf eine gleiche Fläche, auf eine Tonne Landes berechnet, so hat die Tonne Landes, auf welche 214 ℔ Salpeter verwendet waren, gebracht:

an Korn 3170 ℔
an Stroh 4141 ℔ und

die andere Tonne, welche keinen Salpeter bekommen hat:

an Korn 2552 ℔
an Stroh 3305 ℔.

Die Tonne Landes, welche die obigen 214 ℔ Salpeter erhalten, brachte also einen Mehrertrag:

an Korn 620 ℔
an Stroh 836 ℔
zusammen 1456 ℔.

Versuch VII.

Die Gerstenkoppel war die nächstfolgende. Hier auf grandigem Boden waren am 10. Mai 88 □ Ruthen 147 □ Fuß mit 80 ℔ Chilisalpeter überstreut worden, welche 5 Tonnen 6 Spint 1 Kanne Gerste à 192 ℔ und 1212 ℔ Stroh gebracht haben. Von einem daneben liegenden Platze, groß 84 □ Ruthen 121 Fuß sind 4 Tonnen 12 Spint 3 Kannen Gerste à 193 ℔ und 938 ℔ Stroh gekommen. Darnach brachte also eine Tonne Land mit 215 ℔ Salpeter:

an Korn 2807 ℔
an Stroh 3287 ℔;

und eine Tonne Land, welche keinen Salpeter bekommen:

an Korn 2615 ℔
an Stroh 2665 ℔.

Die Tonne Land, welche die obigen 215 ℔ Salpeter erhalten, hat also einen Mehrertrag gebracht:

an Korn 192 ℔
an Stroh 622 ℔
zusammen 814 ℔.

Versuch VIII.

Auf der Roggenkoppel, woselbst auf einem sehr leichten Sandhügel auch am 10. Mai 91 □ Ruthen 145 □ Fuß mit 80 ℔ Salpeter bestreuet waren, hat dieser Platz gebracht: an Korn 4 Tonnen 9 Spint 3 Kannen à 200 ℔ und 1488 ℔ Stroh; der nebenliegende Platz, welcher keinen Salpeter bekommen hat, groß 108 □ Ruthen 81 □ Fuß, hat gebracht: an Korn 4 Tonnen 2 Spint ½ Kanne à 206 ℔ und an Stroh 1503 ℔.

Dieser Versuch, wieder auf eine Tonne Landes berechnet, brachte von 210 ℔ Salpeter:

an Korn 2418 ℔
und Stroh 3903 ℔ und dagegen

die andere Tonne Landes, welche keinen Salpeter bekommen hat:

an Korn 1886 ℔ und
an Stroh 3330 ℔.

Der Unterschied, hervorgebracht durch die 210 ℔ Salpeter, beträgt darnach:

an Korn 532 ℔ und
an Stroh 573 ℔

zusammen 1105 ℔.

Versuch IX.

Auf einer Bauerkoppel, mit sehr schöner schwarzer Erde, woselbst Roggen nach Buchwaizen; waren 54 □ Ruthen 91 □ Fuß mit 165 ℔ Chilisalpeter schon am 24. April überstreuet worden.

Dieser Roggen hatte zuviel des Guten bekommen, sich daher stark gelagert, so daß die Bildung des Korns darunter leiden mußte. Der angeführte Platz hat gebracht: an Korn 3 Tonnen 2 Spint 3 Kannen à 192 ℔ und 1622 ℔ Stroh; der nebenliegende Platz, groß 53 □ Ruthen 75 □ Fuß, hat gebracht: 3 Tonnen 2 Spint 2 Kannen Korn und 1043 ℔ Stroh. Dieser Versuch, nach einer Tonne Landes berechnet, bringt von 728 ℔ Salpeter:

an Korn 2689 ℔,
an Stroh 7163 ℔

und von der Vergleichstonne:

an Korn 2811 ℔,
an Stroh 4697 ℔.

Hier hat offenbar, wie schon gesagt, das Lagern des Roggens nachtheilig auf die Bildung des Korns eingewirkt. Das Stroh war aber so viel stärker getrieben, denn obgleich von diesem wegen des starken Liegens vieles auf dem Lande geblieben, so hat es doch einen Mehrertrag gebracht:

	von	2466 ℔ Stroh,
von denen aber wieder		122 ℔ Korn
abgerechnet werden muß:		2344 ℔

beträgt demnach der Saldo, welcher durch die 728 ℔ Salpeter hervorgebracht ist. Bei diesem letzten Versuche muß aber noch bemerkt werden, daß der Roggen, welcher keinen Salpeter bekommen, beim Einfahren einen tüchtigen Schauer-Regen erhalten hat; wird dieses berücksichtiget, so bringt es noch einen größeren Gewichtsgewinn für den Versuch mit Salpeter.

Versuch X.

Auf einem Theil meiner Brache, auf der Koppel **Nußkamp**, habe ich auf 3 Ackerbeeten, welche auf dem einen Ende sehr schweren Lehm enthalten, auf dem andern grandig sind, 107954 □ Fuß **unbedüngt** liegen lassen; die drei nebenan liegenden Ackerbeete sind **stark** bedüngt worden. Diese 6 Stücke wurden im Herbste des Jahres 1844 gleichmäßig bestellt und mit Waizen besäet; darauf habe ich auf den zuerst angeführten Ackerbeeten am Tage der deutschen Völkerschlacht, am 18. October, 13208 □ Fuß mit 162 ℔ salpetersauren Kalis, und 94746 □ Fuß mit 1014 ℔ salpetersauren Natrons überstreuen lassen.

So wirksam sich nun auch sogleich der mit Salpeter überstreuete Roggen auf der Bauerkoppel gezeigt hat, indem schon nach 8 Tagen bei demselben sich ein viel stärkeres Wachsthum eingestellt hatte, so wollte diese günstige Wirkung bei dem Waizen durchaus nicht eintreten, sondern es blieb derselbe lange Zeit gegen den nebenstehenden gedüngten Waizen sehr zurück. Erst nachdem Phöbus sich mehr erhob und mehr erwärmende Strahlen schickte, veränderte sich dieses Verhältniß: die Waizenpflanzen entwickelten sich schneller und holten ihre Nachbarn wieder ein, ja, übertrafen sie dem Ansehen nach. Der Waizen, welcher mit salpetersaurem Kali gedüngt war, unterschied

sich nicht in der Güte von dem mit salpetersaurem Natron gedüngten, und wurde daher auch weiter keine Absonderung bei der Ernte mit demselben vorgenommen. Mag es nun sein, daß diese Pflanzen in ihrer rascheren Entwicklung eine saftreiche Beschaffenheit angenommen hatten; mag es sein, daß wegen des geringeren Vorraths an Kohlenstoff eine geringere Wärmeentwicklung stattfand, oder mag noch ein anderer Grund, welcher mir unbekannt geblieben ist, vorgekommen sein, kurz: diese mit Salpeter gedüngten Pflanzen wurden ziemlich stark mit Blattrost befallen, worunter die Ausbildung der Körner sehr litt.

Ungeachtet dieses Uebelstandes hat der Waizen, welcher anstatt der starken Düngung die salpetersauren Salze bekommen hat, der ganzen Quantität nach einen eben so guten Ertrag gebracht, wie der gedüngte Waizen, indem der Abschlag an Korn durch den Gewichtsüberschuß an Stroh reichlich ausgeglichen ist. Das Resultat war nemlich folgendes: von den mit 1176 ℔ Salpeter gedüngten 107954 □ Fuß Acker hat es gebracht: 3255½ ℔ Korn und 8436 ℔ Stroh; von den mit Mist gedüngten 121894 □ Fuß Acker: 4288$\frac{13}{16}$ ℔ Korn und 8831 ℔ Stroh; berechnen wir dieses wieder auf einen gemeinschaftlichen Nenner, auf eine Tonne Landes, so hat eine solche nach dem Salpeter gebracht 1853 ℔ Korn und 4801 ℔ Stroh; nach dem Dünger 2162 ℔ Korn und 4478 ℔ Stroh.

Der Salpeter brachte darnach zusammen 6654 ℔.
Der Dünger dagegen . . . . 6640 ℔.

Erscheinungen bei diesen Versuchen.

§. 76.

Die allgemeinen Erscheinungen, welche wir bei diesen Versuchen gesammelt haben, sind nun zusammengenommen folgende:

a) Der Salpeter bewirkt bei den Cerealien eine starke Vegetation, welche sich besonders bald durch eine dunkelgrüne Farbe der Blätter zu erkennen giebt.

b) Er wirkt stärker auf die Ausbildung der Blätter und des Strohes, als auf die des Korns.

c) Bei der Frucht verursacht er die Entstehung einer größeren Menge von Gluten als von Stärkemehl. Aus diesem Grunde bekommt, besonders der Waizen, leicht ein glasiges Aussehen.

d) Das Stroh des mit demselben gedüngten Korns ist voluminöser im Verhältniß zum Gewichte desselben, oder mit andern Worten: specifisch leichter.

e) Die Aehre, so lange sie grün, ist umfangreicher und voller von Korn, schrumpft mehr ein, sobald das Korn reif wird, so daß das reife Korn nicht das schöne Aussehen bekommt, wie beim gedüngten und namentlich ungedüngten Waizen.

f) Die comparative Untersuchung der beiden obigen Waizensorten auf die **näheren** Bestandtheile hat folgendes Resultat geliefert.

Analyse.

§. 77.

Bei dem ersten Versuch der Auswaschung brachte der gedüngte Waizen von ½ ℔ Korn — 188 Gr. Gluten, und der nach Salpeter angebauete von ½ ℔ Korn — 273 Gr. Gluten, wenn beide Sorten so lange gleichmäßig ausgetrocknet waren, bis sie nicht mehr an Gewicht verloren.

Betrachtungen über die gesammelten Erscheinungen und gemachte Analyse.

§. 78.

a) Der Salpeter, welcher sich in der Feuchtigkeit der Ackerkrume auflöset und mit derselben in die Pflanzen dringt,

befördert, wie andere Salzlösungen, in der Flüssigkeit die Wirkung des elektrischen Stroms (mit anderm Ausdrucke: die Lebensthätigkeit wird vermehrt). Durch diese raschere Thätigkeit der Pflanzen wird von denselben eine größere Menge Licht der Sonne eingesogen, wird also auch in den entsprechenden Zellen der Blätter mehr Chlorophyll gebildet. Zugleich wird aber auch durch diese vermehrte Thätigkeit, durch den verstärkten hydro-elektrischen Strom, eine größere Menge Pflanzennahrung zersetzt, wovon die Atome, in thätiger Strömung erhalten, stets in andere Gruppirung gerathend, zu der Vergrößerung der Pflanzensubstanz, zum Wachsthum der Pflanzen beitragen.

b) Durch die vermehrte Thätigkeit des hydro-elektrischen Stroms, bei der Zersetzung des Salpeters, wird aus der Salpetersäure eine größere Menge Eiweiß gebildet; das frei gewordene Kali trägt dazu bei, daß sich aus der zugeführten Kohlensäure und dem Wasserstoff des zersetzten Wassers mehr Pflanzensubstanz bildet. Es muß aber auch zugleich bei dieser großen Thätigkeit und bei der starken Zersetzung des Wassers, durch die Blätter mehr Sauerstoff ausgeschieden werden.

c) Wie nun die Erfahrung lehrt, daß alle Verbindungen, in denen viel Wasserstoff enthalten ist, specifisch leichter sind als diejenigen, in denen derselbe nicht so reichhaltig vorkommt, so wird die vermehrte Zersetzung des Wassers, wovon die positiven Wasserstoff-Atome sich mit dem positiven Strom der Wurzel zu bewegen, gewiß dazu beitragen, daß diese Bestandtheile in erhöhtem Verhältniß in diesen Pflanzen gebildet werden.

Zugleich ist es aber auch eine Folge des raschen Wachsthums, daß die Aequivalente der Pflanzensubstanz sich dabei nicht so dicht an einander lagern, als wenn die Pflanzen langsam wachsen; wobei sie mehr Zeit gewinnen, sich dichter an einander zu fügen.

Wir dürfen nur aufmerksam machen auf das größere Gewicht von einem Cubikfuß Holz derselben Sorte, welches auf einem dürftigen Boden, in einer nördlichen Lage, gegen dasjenige, welches auf einem fruchtbareren Boden, in einer südlichern Gegend, gewachsen ist. Bei dieser letztern Sorte hat der bessere Boden und die größere Kraft der Sonne denselben Einfluß geübt, wie in unseren Versuchen der Salpeter.

d) Aehnlich ist es mit dem Korn, und tritt der Unterschied hier noch viel greller hervor. Von dem zersetzten Wasser haben die Wasserstoffatome, welche ohnehin durch die elektrische Strömung schon mehr entfernt werden, zugleich keine Gelegenheit, mit der zugeführten Kohlensäure eben so oft in Berührung zu kommen, um Stärkemehl-Atome zu bilden, weil die Natur in der Umgebung der Pflanze nicht genug von dieser Säure enthält, um die unter diesen Umständen vermehrten Ansprüche der Pflanzen befriedigen zu können. Es ist daher eine natürliche Folge, daß das Korn bei der Verdunstung der Feuchtigkeit, wenn sich nicht genug Stärkemehl bilden konnte, welches immer die Hülle der Getreidekörner zu füllen pflegt, bei dem Reifen sehr zusammenfallen muß. Da nun das schöne Aussehen des Getreides besonders von seinem Reichthum an Stärkemehl abhängt, so darf man sich nicht wundern, wenn auch das Aussehen bei dieser sonst begünstigten und verstärkten Vegetation gelitten hat.

e) Ebenso wie das Eiweiß der Pflanze sich aus der großen Menge zugeführten Salpetersäure in der Pflanze gebildet hat, geht dieses wieder in dem Samenkorn, seiner Bestimmung gemäß in Gluten über, und das Korn erlangt dasselbe Aussehen, als wenn es auf stark gedüngtem und gebrachtem Lande gewachsen wäre. Es wird leicht und glasig.

f) Die angeführten Erscheinungen mußten sich am stärksten dort vorfinden, wo die Pflanzen durchaus keinen Dünger, sondern nur Salpeter zur Nahrung erhalten hatten, wobei der erforderliche Kohlenstoff entweder nur aus dem alten Vorrath

an Humus im Boden, oder aus der Kohlensäure der Atmosphäre genommen werden konnte.

Bei den Körnern der andern Versuche fand dieser grelle Unterschied nicht Statt, denn hier enthielt der Acker im Verhältniß noch mehr kohlenstoffhaltige Bestandtheile, oder die Pflanzen bedurften dieser auch nicht so sehr als der Waizen. Daher kam es denn auch, daß diese Versuche sich nur dadurch unterschieden, daß die Pflanzen und das Korn etwas specifisch eichter waren.

Die fernere Untersuchung des Waizens hat folgendes Resultat geliefert: Von beiden Sorten Weizen, mit und ohne Salpeter gewachsen, auf einer kleinen Handmühle gemahlen, brachten 16 Loth jeder Sorte, nachdem jede bei dem Austrocknen 630 Gran an Feuchtigkeit verloren hatte:

a) der mit Mist gedüngte:

760	Gran	feines Mehl,
1140	=	gröberes Mehl und
1280	=	Kleie.

zusammen 3180 Gran.

b) der mit Salpeter gedüngte:

520	Gran	feines Mehl,
1290	=	gröberes Mehl und
1380	=	Kleie.

zusammen 3190 Gran.

Nutzanwendung.

§. 79.

Wenn nun auch diese Versuche durchaus die Theorie bestätigen, welche ich in meinem früheren Werke über die Ernährung der Pflanzen aufgestellt habe, so dürfte doch Manchem erscheinen, daß es kein günstiges Resultat sei, weil das Korn, namentlich des Waizens, nicht so schön geworden ist.

Und doch behaupte ich das Gegentheil, denn wenn es auch bekannt ist, daß die gedüngte Brache uns ebensowenig Waizen liefert, welcher so schön ist, wie der nach Rappsaat, Klee u. dgl. blattreichen Gewächsen gewachsene, weil diese vorher die erste Geile des Düngers entfernt haben, wenn, sage ich, diese Erscheinung auch allgemein bekannt ist, so wird es gewiß Niemandem dabei einfallen, den großen Nutzen, den die Brache für das Ganze des landwirthschaftlichen Betriebes hervorbringt, abzuleugnen.

Eben so ist es auch mit der Wirkung des Salpeters; wissen wir, daß diese den Gluten, der Kohlenstoff des Düngers das Stärkemehl, also auch die Feinheit des Mehls liefert, so müssen wir bei der Anwendung einer größeren Quantität Salpeters auch für den erforderlichen Vorrath Kohlenstoff, in welcher Gestalt es nun auch sei, sorgen.

Wissen wir nun aber, woher es kommt, daß die Brache bei dieser Eigenthümlichkeit den vielen Gluten in dem Waizen hervorbringt, so müssen wir dabei unsre Aufmerksamkeit darauf richten, die Eigenschaft des Salpeters, welche darin besteht, daß er zur Zersetzung des Wassers besonders viel beiträgt, und geneigt ist, wasserstoffreiche Bestandtheile zu bilden, erst anderweitig zu benutzen. Hier giebt nun die Rappsaat für den Praktiker ein gutes Mittel an die Hand, weil bei der Gewinnung des wasserstoffreichen Oels davon viel verlangt wird, weil hier 10 Atome Wasserstoff gegen 1 Atom Sauerstoff in Anspruch genommen werden.

Wollen wir aber keine Rappsaat oder ähnliche Früchte vor dem Waizen nach der Brache nehmen, so müssen wir besonders dazu beizutragen suchen, daß neben dem Salpeter der Kohlenstoff des Düngers in einen Zustand gebracht wird, wobei er im gleichen Verhältniß von den Waizenpflanzen aufgenommen werden kann, und ist dieses wieder ein Punkt, zu dessen Ausmittlung die Natur-Wissenschaft der Landwirthschaft behülflich sein muß.

Schluß.

§. 80.

Die vielen Erscheinungen, welche wir bisher mit Hülfe der Naturlehre gesammelt haben, sollen aber auch für den praktischen Landbau nutzbringend gemacht werden. Schade ist es, daß Versuche, wie wir sie angestellt haben, **ein ganzes Jahr und oft mehr** als ein Jahr in Anspruch nehmen, da das menschliche Leben deren so wenige zählt; wir müssen aber darum nicht in unserer Thätigkeit ermüden; gehen wir nur planmäßig zu Werke, zeichnen wir alle Erscheinungen auf, führen wir den Bau immer weiter, so wird der große Bauherr uns auch allmählig mehr Blicke in den Plan seines Tempelbaues gestatten, so werden wir zum Nutzen und Frommen späterer Geschlechter die Siegespalme der Erkenntniß endlich doch erringen.

Die Brache ist früher von vielen wissenschaftlichen Landwirthen bekämpft und für überflüssig erklärt worden, doch hat die Praxis sie wieder in ihr altes Recht eingesetzt und manche Stimme **dagegen** ist verhallt, manche andere hat die Richtung gewechselt.

Können wir nun auch die Brache bei einer guten Cultur, um die Gare und Reinheit des Ackers zu erlangen, nicht immer ganz entbehren, so möchte es doch oft erlaubt sein, noch einen Nebennutzen davon zu gewinnen, wobei aber die Erzeugung des Salpeters durch dieselbe, zum Theil oder ganz, verloren geht. Um nun zu versuchen, ob diese wichtige Aufgabe der Salpeterbildung noch auf andere Weise in demselben Verhältniß erreicht werden könne, wie dieses durch die **Düngung mit Salpeter** erlangt wird, habe ich im letzten Frühjahre schon einen neuen Versuch begonnen, welcher erst im kommenden Herbste beendet sein kann.

Versuch XI.

Auf einer kleinen Koppel, 16 Tonnen groß, welche im Herbste 1844 aus der Weide aufgebrochen war, habe ich in diesem Frühjahre die Hälfte, nemlich 8 Tonnen, mit 128 Fuder Dünger befahren und darauf Buchwaizen gesäet; die andere Hälfte, 8 Tonnen, sind ungedüngt mit Buchwaizen besäet worden. Der Buchwaizen ist an beiden Stellen **sehr schön** gestanden; der gedüngte Buchwaizen war indessen unrein geworden, und befand sich unter diesem viel Hafer und viele Gerste, wovon der Samen vielleicht zwischen dem Dünger gewesen ist. Ueber den Ertrag des Buchwaizens an beiden Stellen kann für diesen Augenblick noch nicht berichtet werden, weil er noch nicht abgedroschen ist.

Eine gleiche Quantität: 128 Fuder Dünger, welche für die andern 8 Tonnen bestimmt waren, sind sogleich im Frühjahr mit 4608 Kubikfuß Thonmergel, in dünnen Lagen, auf einer 16 □ Ruthen großen Fläche aufgesetzt und während des Sommers einmal umgestochen, damit die atmosphärische Luft mit ihrem Sauerstoff eindringen und sich dabei Salpeter bilden konnte. Einer Prüfung im Herbste nach, hatte der Mergel wirklich Salpetersäure aufgenommen, der noch rückständige unzersetzte Dünger enthielt dagegen Ammoniak.

Die auf diese Weise behandelte Salpeterplantage, welche eigentlich zu deren Bildung noch nicht lange genug gelegen hatte und oft genug umgearbeitet war, wurde im Herbste auf die Buchwaizenstoppel gebracht, untergepflügt, und sowohl auf diese Hälfte, als auf die andere Hälfte dieses Schlages Roggen gesäet.

Augenblicklich steht der Roggen auf der zuletzt beschriebenen Hälfte, wohin der Dünger nebst Mergel gebracht ist, viel besser. Nun soll aber im Frühjahr die erste Hälfte der Koppel mit 1920 ℔ Salpeter bestreuet werden, und wird das nächste Frühjahr dann ausweisen, wie das Verhältniß der beiden Versuche gegen einander sich stellen wird, wie hoch die Kosten jedes ein=

zelnen Versuches gegen einander zu stehen kommen, und ob einer davon, oder beide, die vortheilhafte Wirkung einer reinen Brache auf den Roggen wird ersetzen können.

Hiemit nehme ich denn wieder Abschied von dem geneigten Leser, welcher genug Geduld gehabt hat, mir bis ans Ende dieser Zeilen zu folgen, mit dem Wunsche, daß es auch andern praktischen Landwirthen gefallen wolle, dergleichen planmäßige Versuche anzustellen. Diese allein werden uns zum Ziele führen, wenn wir dabei ferne von vorgefaßten Meinungen und Lieblingsideen bleiben.

Die Selbstverleugnung ist die größte Tugend für den Forscher in jeder Erfahrungswissenschaft. — Man soll nicht suchen, die Erscheinungen seiner Meinung, sondern die Meinung den Erscheinungen anzupassen.

Druckfehler und Verbesserungen.

Seite 4, Zeile 2 von unten: landw. statt Landes.

„ 5, Z. 19 v. u. sieht statt steht.

„ 13 und ferner: Theile soll gleichbedeutend sein mit Aequivalenten.

„ 15, Z. 11 v. u. fehlt vor der Zahl 12 das Zeichen C.

„ 16, Z. 8 v. o. 1 Theil Zucker und 12 Theile Kohlensäure statt 4 Theile Zucker; gleichfalls ist ad b. nach Stärkemehl: 12 Theile Kohlensäure ausgelassen.

„ 22, Z. 16 v. o. unfruchtbarer statt fruchtbarer.

„ 25, Z. 7 und 8 v. u. bei: sowohl, wie fehlt: bedeckter Luft und.

„ 45, Z. 8 v. o. 2 Körner Hafer statt 25 Körner.

„ 46, Z. 4 v. u. daran $9\frac{1}{6}$ Korn statt daran K $9\frac{1}{6}$.

„ 46, Z. 2 v. u. zwischen Stückzahl und etwas fehlt das Wörtchen nach.

„ 53, Z. 12 v. o. und ferner: Moeglin statt Maeglin.

„ 97, Z. 11 v. o. seiner statt ihrer.

„ 99, Z. 13 v. u. und anderen Salzen statt zum Dünger.

„ 101, Z. 2 v. u. schieden statt schiedenen.

„ 107, Z. 6 v. u. Abwesenheit statt Anwesenheit.

„ 109 und 110, zu §. 61 und 62. Nach Dr. Henry Amell Tabellen zu Liebig's Thierchemie, ist im Pflanzenfibrin: nebst Proteïn wenig Schwefel, Phosphor und Salze; im Pflanzenalbumin: nebst Proteïn wenig Schwefel, Phosphor und Salze und im Pflanzencasain: nebst Proteïn wenig Schwefel und Salze enthalten.

F

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Hirschfeld, Wilhelm,

Versuch einer Materialrevision der wahren Pflanzennahrung Mit e. Vorw. v.
Christoph Heinrich Pfaff

Hamburg 1846

Oecon. 868 g
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10295961-7